

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
University of Zagreb Faculty of Textile Technology

TEKSTILNA ZNANOST I GOSPODARSTVO



TEXTILE SCIENCE & ECONOMY

ZBORNIK RADOVA

8. znanstveno-stručno savjetovanje
Tekstilna znanost i gospodarstvo

BOOK OF PROCEEDINGS

8th Scientific-Professional Symposium
Textile Science and Economy

26. siječnja 2015., Zagreb, Hrvatska

26th January 2015, Zagreb, Croatia

ISSN 1847-2877

Ključni naslov: Tekstilna znanost i gospodarstvo

Skraćeni ključni naslov: Tekst. znan. gospod.

Organizacija/Organized by:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET



UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF TEXTILE TECHNOLOGY

Suorganizatori/Co-organizers:

KLASTER KONKURENTNOSTI INDUSTRIJE TEKSTILA, KOŽE I OBUĆE
COMPETITIVENESS CLUSTER FOR THE TEXTILE, LEATHER GOODS AND
FOOTWEAR INDUSTRY

KLASTER KONKURENTNOSTI OBRAMBENE INDUSTRIJE
COMPETITIVENESS CLUSTER FOR THE DEFENCE INDUSTRY

KLASTER KONKURENTNOSTI KREATIVNE I KULTURNE INDUSTRIJE
COMPETITIVENESS CLUSTER FOR THE CREATIVE AND CULTURAL INDUSTRY

Pokrovitelji/Patrons:



MINISTARSTVO ZNANOSTI, OBRAZOVANJA I SPORTA
 MINISTRY OF SCIENCE, EDUCATION AND SPORTS



MINISTARSTVO GOSPODARSTVA
 MINISTRY OF ECONOMY



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
 UNIVERSITY OF ZAGREB



AKADEMIJA TEHNIČKIH ZNANOSTI HRVATSKE
 CROATIAN ACADEMY OF ENGINEERING



HRVATSKA GOSPODARSKA KOMORA
 CROATIAN CHAMBER OF ECONOMY



HRVATSKA OBRTNIČKA KOMORA
 CROATIAN CHAMBER OF TRADES AND CRAFTS



HUP

HRVATSKA UDRUGA POSLODAVACA
 CROATIAN EMPLOYERS ASSOCIATION



HRVATSKI INŽENJERSKI SAVEZ TEKSTILACA, ZAGREB
 CROATIAN ASSOCIATION OF TEXTILE ENGINEERS, ZAGREB



HRVATSKO DRUŠTVO KOŽARA I OBUĆARA, ZAGREB
 CROATIAN SOCIETY OF LEATHER AND FOOTWEAR MANUFACTURER

Izdavač/Publisher:

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, Hrvatska

Urednici/Editors:

Prof. dr. sc. Sandra Bischof
Izv. prof. dr. sc. Željko Penava

Tehnički urednici/Technical Editors:

Dr. sc. Renata Hrženjak
Doc. dr. sc. Anica Hursa Šajatović

TZG logo/TZG logo:

Izv. prof. dr. sc. Martinia Ira Glogar

Lektori/Lectors:

Ružica Barać
Prof. Nada Kralj Šercar

Kontakt adresa/ Contact address:

Sveučilište u Zagrebu	University of Zagreb
Tekstilno-tehnološki fakultet	Faculty of Textile Technology
Prilaz baruna Filipovića 28a	Prilaz baruna Filipovića 28a
HR-10000 Zagreb	HR-10000 Zagreb
☎: +(385) (1) 3712500	☎: +(385) (1) 3712500
✉: tzg@ttf.hr	✉: tzg@ttf.hr
http://tzm.ttf.unizg.hr	http://tzm.ttf.unizg.hr

Opaska/Note:

Svi radovi u ovom zborniku su recenzirani. Bez obzira na to, urednici i organizator ne odgovaraju za sadržaj prikazan u ovoj publikaciji. Sva prava pripadaju autorima, što znači da će daljnji uvjeti objave rada biti dogovoreni sa samim autorima. Nakon objave Zbornika TZG 2015, autori kao i druge osobe ili institucije koji žele objaviti reference ili na neki način koriste rad iz ove publikacije, se mole da navedu prethodnu objavu rada u Zborniku TZG 2015.

All the papers presented in this publication have been reviewed. However the editors and the organizers are not responsible for the contents presented within the papers. All the rights belong to the authors, meaning further publication conditions should be agreed upon with the authors. Upon the Book of the Proceedings publication the authors, so as the other persons or institutions wishing to publish reference or in some other manner use the papers from this publication are kindly requested to explicitly identify prior publication in the Book of the Proceedings 2015.

Znanstveni odbor/Scientific Programme Committee:

Predsjednik/President: Prof. dr. sc. **Tanja Pušić**

Doc. dr. sc. **Sandra Flinčec Grgac**

Doc. **Jasminka Končić**

Doc. dr. sc. **Slavenka Petrak**

Prof. dr. sc. **Zenun Skenderi**

Izv. prof. dr. sc. **Antoneta Tomljenović**

Izv. prof. dr. sc. **Edita Vujasinović**

Organizacijski odbor/Organizing Committee:

Predsjednica/President: Doc. dr. sc. **Anica Hursa Šajatović**

Doc. dr. sc. **Sanja Ercegović Ražić**

Dr. sc. **Renata Hrženjak**

Eva Magovac, dipl. inž.

Robert Mokrović

Izv. prof. dr. sc. **Ivan Novak**

Izv. prof. dr. sc. **Željko Penava**

Bosiljka Šaravanja, mag. ing. text. tech.

Ivana Špelić, dipl. inž.

Recenzenti/Reviewers:

Maja Andrassy; Sandra Bischof; Jasminka Butorac; Mario Cetina; Tihana Dekanić; Sabina Fijan; Sandra Flinčec Grgac; Martinia Ira Glogar; Alica Grilec Kaurić; Anica Hursa Šajatović; Snježana Kirin; Jasminka Končić; Suzana Kutnjak-Mravlinčić; Krešimir Malarić; Ivan Novak; Zvonko Orehovec; Alenka Pavko Čuden; Željko Penava; Slavenka Petrak; Andrej Polajnar; Vesna Marija Potočić Matković; Dubravko Rogale; Beti Rogina-Car; Tomislav Rolich; Katarina Nina Simončić; Ivo Soljačić; Maja Stracenski Kalauz; Olivera Šauperl; Željko Šomođi; Anita Tarbuk; Antoneta Tomljenović; Branka Vojnović; Zlatko Vrljičak; Edita Vujasinović

Riječ urednika

TEKSTILNA ZNANOST I GOSPODARSTVO (TZG) je znanstveno-stručno savjetovanje kojem je cilj okupiti renomirane znanstvenike i vodeće stručnjake gospodarstva iz raznih područja tekstila, odjeće, obuće, kože i galanterije s namjerom razmjene znanja i iskustva, uspostavljanja suradnje i integracije. Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu (TTF) i ove godine organizira 8. znanstveno-stručno savjetovanje TZG pod naslovom "Funkcionalni materijali, odjeća, obuća i oprema".

Zbog praktičnost u rukovanju i korištenju, Savjetovanje prati Zbornik radova u elektronskoj formi e-Zbornika. Ovom se prigodom zahvaljujemo autorima radova, recenzentima, redakciji i uredništvu Zbornika te svim drugim suradnicima koji su svojim radom pomogli objavljivanju ovog Zbornika radova.

Izbor tema Savjetovanja vođen je idejom poboljšanja konkurentnosti hrvatskog tekstilnog i odjevnog gospodarstva sukladno smjernicama europske tehnološko-razvojne platforme. Izražavamo veliko zadovoljstvo odazivom znanstvenika i gospodarstvenika iz zemalja regije, čime ovo Savjetovanje potvrđuje međunarodni značaj.

U uvodnom predavanju, pod naslovom "Funkcionalni materijali, odjeća, obuća i oprema – mogućnosti istraživanja na TTF-u", dekanica TTF-a prof. dr. sc. Sandra Bischof prikazala je kako su, upravo, povezivanje i zajedništvo na temeljima znanja i iskustva najbolja baza novim istraživanjima.

Posebna je pozornost posvećena klasterima konkurentnosti što je rezultiralo trima pozvanim predavanjima:

1. Josip Pelin: Klaster konkurentnosti industrije tekstila, kože i obuće,
2. Zvonko Orehovec: Klaster konkurentnosti obrambene industrije,
3. Ivana Nikolić Popović: Klaster konkurentnosti kreativne i kulturne industrije.

Uz navedeno, organizira se i Okrugli stol na kojem će gospodarstvenici, te ostali sudionici, moći direktno doprinijeti raspravi na temu "Hrvatski klasteri konkurentnosti – mogućnost izlaska iz krize? ".

U Zborniku je objavljen 41 rad s posternim prezentacijama koji pokazuju rezultate najnovijih istraživanja u području tekstilne industrije. Svi radovi su kategorizirani u četiri skupine (18 izvornih znanstvenih radova, 2 prethodna priopćenja, 3 pregledna rada i 18 stručnih radova). U svrhu popularizacije znanosti organizirana je i posterna sekcija u kojoj su, osim posternih prezentacija objavljenih radova u Zborniku, prikazana i 26 postera doktoranada s temama njihovih doktorata i dosadašnjih znanstvenih istraživanja.

Ovo Savjetovanje pruža priliku gospodarstvenicima, predstavnicima sveučilišta i istraživačkih ustanova da iznesu i razmijene iskustva, mišljenja, rezultate istraživanja i predlože projekte istraživanja i razvoja. Na kraju ovog obraćanja urednika, pozivamo sve gospodarstvenike da se, unatoč teškoćama, odnosno upravo zbog njih, još intenzivnije uključe u razvojne projekte u suradnji s Tekstilno-tehnološkim fakultetom jer samo zajedničkim radom i zajedničkim projektima možemo doprinijeti održanju i razvoju tekstilnog gospodarstva Hrvatske i šire regije.

Zagreb, 26. siječnja 2015.

Urednici Zbornika:



Prof. dr. sc. Sandra Bischof



Izv. prof. dr. sc. Željko Penava

Editors' word

Textile Science and Economy (TEE) is a scientific-professional symposium which aims to gather reputable scientist and leading economy experts from various fields of textile, clothing, footwear, leather and accessories, in order to exchange knowledge, experience and establish cooperation and integration. This year again, the Faculty of Textile Technology of the University of Zagreb (TTF), is organising the 8th scientific-professional symposium (TZG) under the title of Functional Materials, cCothes, Footwear and Accessories.

The Book of Proceedings has been prepared in e-form in order to be easily used. We are taking the opportunity to express my gratitude to the authors of the papers, reviewers, the Editorial Board and all the associates who helped in editing the Book of Proceedings.

The topics of the Symposium were led by the idea of how to enhance Croatian textile and clothing economy in accordance with the Guidelines of the European Technology Platform.

In the plenary presentation called "Functional materials, clothes, footwear and accessories – possibilities of research at TTF", Prof. Sandra Bischof Ph D, elaborated that togetherness and associating on the grounds of knowledge and experience provide the best basis for new research.

Special attention was paid to competitiveness clusters resulting in three invited presentations:

1. Josip Pelin: Competitiveness Cluster of Textile, Leather and Footwear Industry.
2. Zvonko Orehovec: Competitiveness Cluster of Defence Industry.
3. Ivana Nikolić Popović: Competitiveness Cluster of Creative and Cultural Industry.

The Book of Proceedings consists of 41 full papers with poster presentations showing the results of their research in the textile industry. All the papers are categorized in four categories: 18 original scientific papers, 2 preliminary communications, 3 review papers and 18 professional papers. There was also a poster section organized in order to make science more popular. Apart from the poster presentation papers published in the Book of Proceedings, 26 posters of PhD candidates with the topics of their theses and their scientific researches can be found in the Book.

This Symposium affords an opportunity to economists, representatives of universities and research institutes to present and exchange their experiences, attitudes and research results, as well as to make suggestions about development research programs. In the closing words of the editor, we invite all the businessmen, in spite of difficulties, or just because of them, to be more intensively involved in research projects in cooperation with the Faculty of Textile Technology. We can contribute to sustainable development of the Croatian Textile Economy and the economy of a wider region only through mutual work and mutual projects.

In the finishing words of the editor, we invite all the businessmen, in spite of the difficulties, or just because of them, to be more intensively involved in research projects in cooperation with Faculty of Textile Technology. We can contribute to sustainable development of Croatian textile economy and the economy of wider region only through mutual work and mutual projects.

Zagreb, January 26th, 2015

Proceedings Editors:



Prof. Sandra Bischof Vukušić, Ph.D.



Assoc. Prof. Željko Penava, Ph.D.



SADRŽAJ

CONTENTS

IZVORNI ZNANSTVENI RADOVI / ORIGINAL SCIENTIFIC PAPERS

Tihana DEKANIĆ; Tanja PUŠIĆ & Ivo SOLJAČIĆ Utjecaj osvjetljivanja na optička i zaštitna svojstva pamučnih materijala Impact of artificial light on optical and protective properties of cotton materials	1
Zvonko DRAGČEVIĆ; Anica HURSA ŠAJATOVIĆ; Bosiljka ŠARAVANJA & Dragica KANTOCI Analiza gubitaka vremena rada u tekstilnoj industriji Loss of time analysis in textile industry	5
Sanja ERCEGOVIĆ RAŽIĆ; Ivan KOSALEC; Ana SUTLOVIĆ; Jelena PERAN & Nikolina DRAKULA Mogućnost primjene hladne plazme za postizanje ciljanih funkcionalnih svojstva tekstilnih materijala Possibility of cold plasma application for targeted functionalisation of textile materials	10
Antonela FULIR; Ana SUTLOVIĆ & Anita TARBUK Fosforescentni otisci na sjenilima lampi inspirirani djelima Gunte Stölzl Phosphorescent printed patterns on lamp shades inspired by the works of Gunta Stölzl	16
Martinia Ira GLOGAR; Ivana ŽILJAK STANIMIROVIĆ & Đurđica PARAC - OSTERMAN Budućnost maskirne vojne odore u 21. stoljeću Future of camouflage military uniform in the 21 st century.....	20
Robert KATAVA & Gordana PAVLOVIĆ Sinteza i identifikacija liganada iz reda 2-hidrazinobenzotiazolnih Schiffovih baza Synthesis and characterization of 2-hidrazinobenzothiazole Schiff base ligands	24
Snježana KIRIN & Zvonko DRAGČEVIĆ Sustavi logičkih sklopova pokreta u tehnološkom procesu šivanja Systems of logical sets of motions in the technological sewing process	28
Zorana KOVAČEVIĆ; Ana SUTLOVIĆ & Sandra BISCHOF Učinkovitost PA materijala funkcionaliziranog prirodnim bojilima iz brnistre i vodoodbojnim sredstvima Effectiveness of PA fabrics functionalized with natural pigments derived from Spartium junceum L. fibers and water-repellent agents	34
Miloš LOZO & Zlatko VRLJIČAK Struktura i poprečna rastezljivost finih ženskih čarapa Structure and transverse elongation of fine ladies' hosiery	38
Dijana LUKUNIĆ; Anita TARBUK & Ana SUTLOVIĆ Ormarić-lampica s luminescentnim efektima na tekstilnom sjenilu Cabinet-lamp with luminescent effect on textile shade	44
Tina MARINOVIĆ; Sandra FLINČEC GRGAC & Irena ŠABARIĆ Funkcionalizacija pamučne tkanine za smanjenje gorivosti i dobivanje trajnih nabora shibori tehnikom Functionalization cotton fabric for flame retardancy and durable folding using shibori technique	48
Željko PENAVAL; Branimir IVŠIĆ & Davor BONEFAČIĆ Konstrukcija tekstilnih nosivih antena Textile wearable antennas construction	52
Željko PENAVAL; Diana ŠIMIĆ PENAVAL & Marija NAKIĆ Utjecaj anizotropije i gustoće na modul posmika tkanina Influence of anisotropy on the fabric shear modulus	58
Željko PENAVAL; Diana ŠIMIĆ PENAVAL & Marijana TKALEC Predviđanje granične čvrstoće i prekidnih vlačnih sila slikarskog platna Prediction of the ultimate strength and tensile breaking forces of canvas painting	62
Tanja PUŠIĆ; Thomas LUXBACHER; Irena PETRINIĆ & Sandra BISCHOF Zeta potencijal funkcionalnih pletiva otpornih na gorenje Zeta potential of functional flame retardant (FR) knitted fabrics	66

Petar RADANOVIĆ & Zlatko VRLJIČAK Veličina sile povlačenja pletiva na kružnopletaćim dvoigleničnim strojevima Value of fabric-take down force on double-bed circular knitting machines	70
Kristina RUSAK; Igor MAJNARIĆ; Jadranka AKALOVIĆ & Antoneta TOMLJENOVIĆ Kvaliteta funkcionalnog otiska na goveđoj poluprerađenoj koži otisnutog piezoelektričnim inkjet-om Quality of functional prints on semi-processed bovine leather printed with piezoelectric inkjet.....	76
Edita VUJASINOVIĆ & Marijana PAVUNC Visokoučinkovita vlakna u ekstremnom jedrenju High performance fibres in extreme sailing	82

PRETHODNO PRIOPĆENJE / PRELIMINARY COMMUNICATION

David SKALA; Mihovil STAROVEŠKI; Tomislav STEPIĆ & Selena GAZDA Funkcionalna obrada materijala u svrhu kreiranja nautičke košulje Functional treatment of materials with purpose of creating a nautical shirt	86
Miodrag ŠMELCEROVIĆ; Dragan ĐORĐEVIĆ & Nebojša RISTIĆ Sterilizacija tretmanom anoksije Sterilization treatment of anoxia	90

PREGLEDNI RADOVI / REVIEWS

Zvonko DRAGČEVIĆ & Anica HURSA ŠAJATOVIĆ Zaštitna odjeća i obuća u akcidentnim situacijama Protective clothing and footwear in accident situations.....	94
Maja SOMOGYI ŠKOC & Jelena MACAN Organsko-anorganski hibridni materijali za funkcionalne tekstilije protiv mikroorganizama Organic-inorganic hybrid materials for functional textile against microorganisms	98
Antoneta TOMLJENOVIĆ & Kristina RUSAK Ojačanje polimernih kompozitnih materijala vlaknima lana i konoplje Flax and hemp fibre reinforcements for polymer composite materials.....	102

STRUČNI RADOVI / PROFESSIONAL PAPERS

Jadranka AKALOVIĆ; Zenun SKENDERI; Tanja PUŠIĆ & Irena PAVLOVIĆ Svojstva tekstilnog kompozita za izradu dječje papuče u tvornici obuće Ivančica d.d. Properties of textile composite intended for children slipper production in joint stock company Ivančica d.d.	108
Aleksandar BATTISTA ILIĆ; Katarina Nina SIMONČIĆ & Alica GRILEC KAURIĆ Kulturne i kreativne industrije – potencijal za razvoj gospodarstva republike Hrvatske Cultural and creative industries – potential for growth of Croatian economy	112
Ružica BRUNŠEK; Marijana PAVUNC & Edita VUJASINOVIĆ Tradicijanski lan za sigurnu budućnost Traditional flax for safety future	116
Tina ČVORIG; Marina IVANŠIĆ; Sandra FLINČEC GRGAC; Ante LAŽETA & Tomo MIOČ Praćenje alkaliteta procesne vode i zaostale lužine na viticama pamučnog konca nakon mercerizacije Tracking alkalinity of process water and amount of remaining lye on cotton tress after mercerization	120
Karla DOBRANIĆ & Suzana KUTNJAK-MRAVLINČIĆ Dizajn funkcionalne ženske obuće inspirirane arhitekturom Antonija Gaudija Design of a functional women's footwear inspired by architect Antonio Gaudi.....	124

Isak KARABEGOVIĆ; Edina KARABEGOVIĆ; Mehmed MAHMIĆ & Ermin HUSAK Primjena novih tehnologija kod prodaje gotovih proizvoda u odjevnoj industriji Application of new technologies in final product sales for clothing industry.....	128
Željko KNEZIĆ; Željko PENAVALA & Josip PETRIC Utjecaj radne okoline na produktivnost u proizvodnji tekstila i odjeće The impact of the working environment on the productivity in production of textile and clothing	132
Tomislav KOLARIĆ; Darko UJEVIĆ & Jacqueline DOMJANIĆ Antropometrijska mjerenja pri izradi muških kratkih čarapa Anthropometric measurements in the production of man's ankle socks	138
Dragana KOPITAR; Zenun SKENDERI & Romana BOSEK Rastezna svojstva netkanog tekstila za punila Tensile properties of nonwoven textile for waddings.....	144
Danijela LIVIĆ; Renata HRŽENJAK; Ksenija DOLEŽAL & Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ Mala crna haljina inspirirana stilom Audrey Hepburn Little black dress inspired by Audrey Hepburn's style	148
Alenka PAVKO ČUDEN; Almira SADAR; Andrej VILAR & Petja ZOREC Voda kao inspiracija za interdisciplinarno učenje pletenih struktura i dizajna pletiva Water as an inspiration for interdisciplinary teaching of knitted structures and knitwear design courses	152
Željko PENAVALA; Željko KNEZIĆ & Tomislava VILUS Računalni program zpPaint za dizajn jacquard tkanina Computer software zpPaint for jacquard fabrics design.....	156
Slavenka PETRAK & Marina OREŠKOVIĆ Prilagodba dizajna i funkcionalno oblikovanje ortopedске obuće Design adjustment and functional molding of orthopaedic footwear	160
Denis RISTIVOJEVIĆ; Irena ŠABARIĆ & Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ Poslovno žensko odijelo inspirirano pedesetim godinama dvadesetog stoljeća Women's business suit inspired by the 50's of the 20 th century.....	164
Sanja ŠVRAKA & Matija PAJIĆ Koncept Membrain – od crte na papiru do stvarne kuće Concept Membrain- from drawing on paper to real house	168
Miroslav TRATNIK; Sandra BISCHOF & Ivan NOVAK Poslovno organiziranje studenata TTF-a kroz zadругu ili udругu: vježbalište za start-up poduzeća Business organization of TTF students through cooperative or association: training for start-up companies	172
Miroslav TRATNIK; Aleksandar NEDANOV & Željko KNEZIĆ Jačanje konkurentskih sposobnosti sektora tekstila i kože kroz zadругu kao organizacijsku formu Strengthening of competitive abilities of textile and leather sector through cooperative as an organizational form	178
Irena VITEZ; Ksenija DOLEŽAL; Renata HRŽENJAK & Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ Primjena elemenata muške odjeće na kroju ženskih hlača Application of elements of men's wear in developing pattern for women's trousers.....	184
INDEKS AUTORA / INDEX OF AUTHORS	188



UTJECAJ OSVJETLJIVANJA NA OPTIČKA I ZAŠTITNA SVOJSTVA PAMUČNIH MATERIJALA

IMPACT OF ARTIFICIAL LIGHT ON OPTICAL AND PROTECTIVE PROPERTIES OF COTTON MATERIALS

Tihana DEKANIĆ; Tanja PUŠIĆ & Ivo SOLJAČIĆ

Sažetak: Optička bjelila kao dodatak deterdžentima povećavaju bjelinu i značajno doprinose zaštiti opranih materijala od štetnog UV zračenja. Optička i zaštitna svojstva opranih materijala ovise o sirovinskom sastavu, vrsti i koncentraciji optičkog bjelila, uvjetima procesa, prisutnosti štetnih tvari u kupelji i vrsti osvjetljenja. U ovom je radu istražen utjecaj osvjetljivanja na optička i zaštitna svojstva. U tu su svrhu pamučni materijali oprani na 60 i 90°C kroz 10 ciklusa pranja uz dodatak različitih koncentracija stilbenskog optičkog bjelila. Nakon svakog ciklusa su izloženi djelovanju umjetnog svjetla kroz 30 i 60 minuta. Postojanost na svjetlo ispitana je mjerenjem stupnja bjeline i UV zaštitnog faktora. Pamučni materijali oprani na 60°C pokazuju manju osjetljivost na osvjetljivanje od uzoraka pranih na višoj temperaturi, iako je UPF u pravilu viši kod 90°C.

Abstract: Fluorescent whitening agents (FWAs) as detergents ingredient improve whiteness and considerably provide UV protective properties of washed materials. Optical and protective properties depend on composition, FWA type and concentration, washing conditions, presence of harmful compounds and light exposure. The aim of this paper is to examine the impact of light exposure on the optical and UV protective properties. Cotton materials were washed at 60 and 90°C through 10 cycles in detergent with different concentration of FWA of stylbenic type. Washed materials were exposed to artificial light in duration of 30 and 60 minutes. Light fastness was evaluated by whiteness degree and UPF. The results pointed an adverse impact of irradiation on optical and UV protective properties, evaluated through whiteness and UPF. Cotton materials washed at 60°C possessed more stable properties when compared to 90°C, while UPF of materials washed at 90°C was better.

Ključne riječi: pamučni materijali, pranje, optičko bjelilo, umjetno osvjetljivanje, postojanost na svjetlo, UV zaštitni faktor (UPF).

Keywords: cotton materials, laundering, fluorescent whitening agent, artificial irradiation, light fastness, Ultraviolet Protection Factor (UPF).

1. Uvod

Optička bjelila su sastojci deterdženta koje utječu na estetski izgled odjeće, produljenje uporabnih svojstava i zaštitna svojstva tekstilnog materijala [1]. Ukoliko deterdžent sadrži preveliku količinu optičkih bjelila, već nakon nekoliko uzastopnih pranja može doći do pogoršanja bjeline zbog akumulacije optičkog bjelila. Premala količina optičkog bjelila u deterdžentu utječe na postepeni pad bjeline opranog materijala, te u nekim slučajevima mogu proći mjeseci prije nego to postane uočljivo [2]. Optička bjelila imaju sposobnost apsorpcije UV zračenja pa se izlaganjem materijala obrađenih tim spojevima Sunčevoj svjetlosti gubi optički učinak uslijed fotokemijskih reakcija. U deterdžentima se najviše primjenjuju derivati stilbena, koji su primarno namijenjeni celuloznim materijalima [3]. Nađeno je da, ovisno o kemijskoj konstituciji, optička bjelila posjeduju različitu postojanost na svjetlo [4]. U novije vrijeme dodatno se istražuje njihovo djelovanje na stupanj zaštite od UV zračenja, posebno od opasnih UV-A (320 - 400 nm) i UV-B (280 - 320 nm) zraka koje mogu ubrzati starenje kože, izazvati eriteme, opekline, katarakt, pad imunološkog sustava i različite vrste raka kože, što je osobito značajno u ljetnim mjesecima kada je UV indeks najviši [4, 5].

Svrha je ovog rada istražiti utjecaj osvjetljivanja na optičke i UV zaštitne učinke pamučne tkanine oprane deterdžentom, kojem je dodano stilbeno optičko bjelilo u koncentracijskom rasponu. Promjena svojstava pamučnih materijala vrednovana je stupnjem bjeline (W_{CIE}) i UV zaštitnim faktorom (UPF).

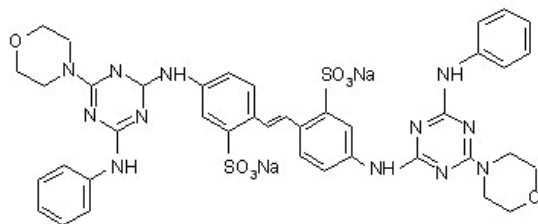
2. Eksperimentalni dio

Istraživanja su provedena na kemijski bijeljenoj pamučnoj (P) tkanini koja je oprana industrijskim deterdžentom osnovne formulacije bez specijalnih dodataka i služila je za nadogradnju optičkog bjelila.

2.1 Materijal i obrade

Upotrijebljena je kemijski bijeljena pamučna tkanina ($W_{CIE} = 74,56$) u platno vezu, površinske mase 175,617 g/m² i gustoće 25 niti/cm u smjeru osnove i potke.

Za istraživanje je odabrano optičko bjelilo stilbenskog tipa (slika 1), dodano u koncentracijskom rasponu, tablica 1.



$C_{40}H_{38}N_{12}O_8S_2Na_2$
Molekulska masa: 924,93 g/mol

Slika 1: Kemijska struktura stilbenskog optičkog bjelila

Pamučni je materijal pran u kupelji omjera 1:20 na 60 i 90 °C u aparatu Linitest, Original Hanau, deterdžentom koncentracije 5 g/l uz dodatak različitih koncentracija optičkog bjelila (tablica 1) kroz 10 ciklusa. Kupelj je grijana od početne temperature 25 °C do 60 °C (90 °C) kroz 15 minuta, iza čega su uzorci prani daljnjih 15 minuta na definiranoj temperaturi. Nakon provedenog pranja uzorci su ispirani 4 puta u vodovodnoj vodi, ocijeđeni i sušeni u sušioniku Scholl na 40 °C kroz 45 minuta.

Nakon svakog ciklusa pranja, uzorci pamučnog materijala su izloženi djelovanju umjetnog svjetla u trajanju 30 i 60 minuta. Umjetno osvjetljivanje (Xe) opranih uzoraka provedeno je na aparatu Xenotest 150, Atlas, prema normi HRN EN ISO 105-B02:2003 [6], pri temperaturi komore 26±2 °C, vlažnosti 65 %, temperaturi crne pločice 56±1 °C i uz izvor svjetla visokotlačne plinske Xeno-žarulje snage 1500 W. Uzorci su osvjetljivani kroz 30 (Xe30) i 60 minuta (Xe60), što odgovara osvjetljivanju u prirodnim uvjetima u trajanju od 5 i 10 sati, tablica 1.

Tablica 1: Uvjeti pranja i osvjetljivanja

Pranje			Osvjetljivanje (Xe)
Deterdžent γ (g/l)	Optičko bjelilo w (%)	T (°C)	t (min)
5	-	60	30
	0,08		
	0,12	90	60
	0,25		

2.2 Metode ispitivanja

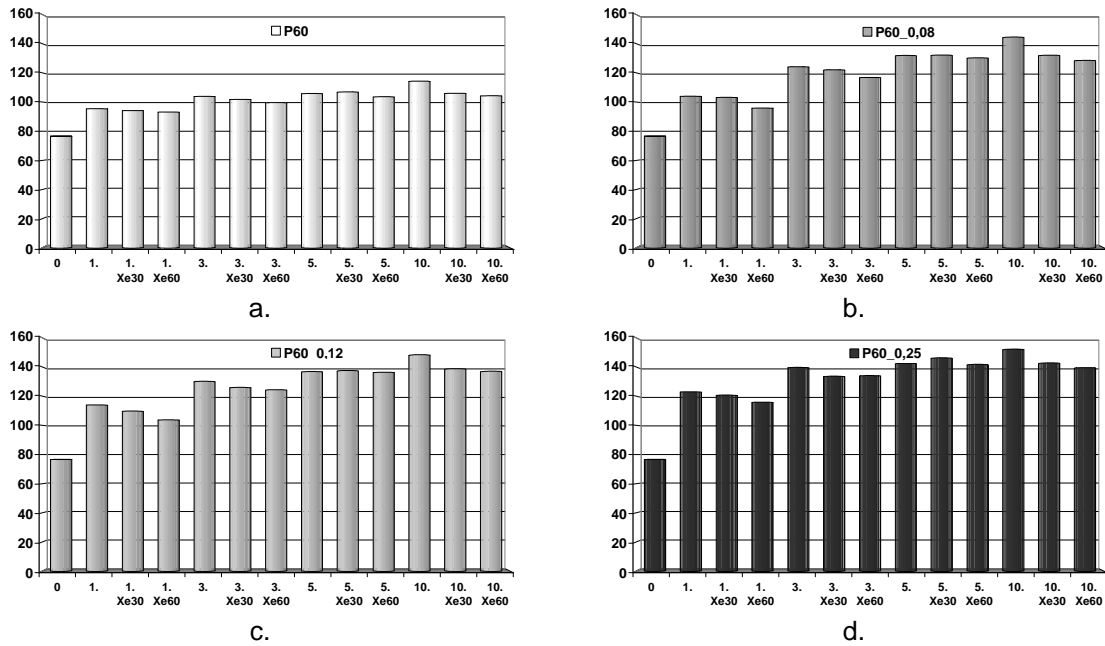
Optička svojstva pamučnih materijala prije pranja, nakon pranja i osvjetljivanja su vrednovana kroz promjene spektralnih karakteristika. Stupanj bjeline (W_{CIE}) određen je na remisijskom spektrofotometru Spectraflash SF 600+ CT, tt. Datacolor prema ISO 105-J02: 2003 [7]. Rezultati mjerenja uz promjer otvora blende 20 mm, standardno osvjetljenje D_{65} , u mjernom području od 360 do 700nm, izraženi su kao srednja vrijednost tri pojedinačna mjerenja.

UV zaštitni faktor (UPF) određen je na transmisijskom spektrofotometru, Cary50/Solascreen, tvrtke Varian metodom *in vitro* u skladu s AS/NZS 4399:1996 [8].

3. Rezultati i rasprava

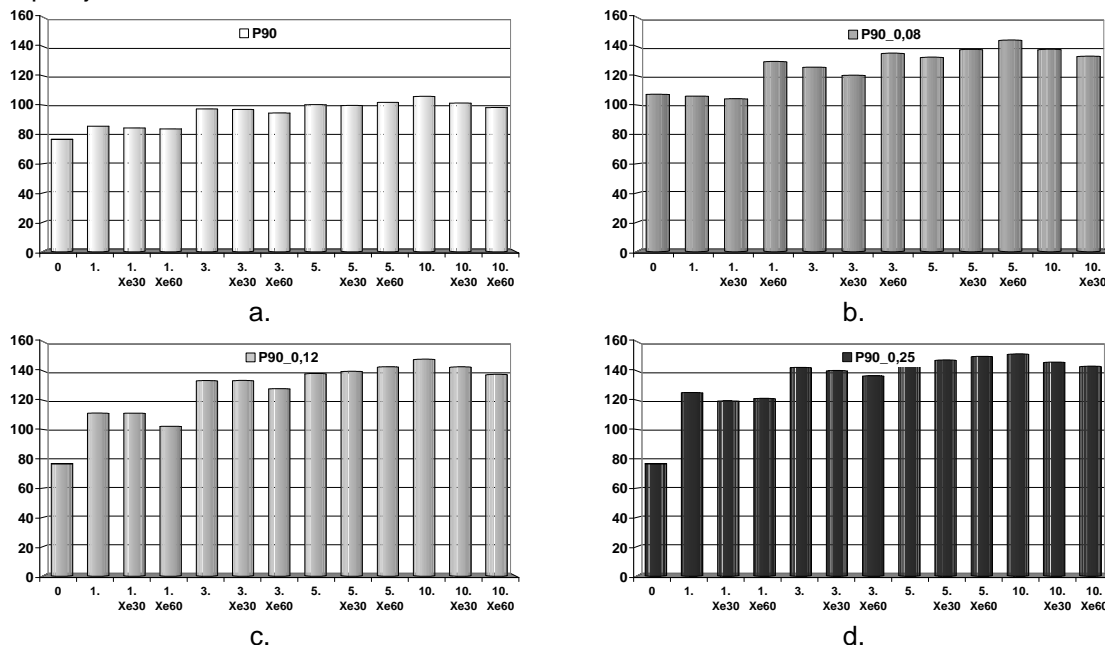
Stupanj bjeline (W_{CIE}) pamučnih materijala, prije i nakon višestrukog pranja i osunčavanja, prikazani su grafički (slike 2-3).

Rezultati pokazuju da pranje deterdžentom bez dodatka optičkog bjelila (P60) na 60°C dovodi do blagih promjena bjeline pamučnog materijala, što se očituje u neznatnom povećanju već nakon 1. ciklusa S porastom broja ciklusa bjelina pamučnog materijala i dalje se blago povećava, (slika 2a). Najniža koncentracija optičkog bjelila bjelina utječe na poboljšanje optičkih svojstava, a stupanj bjeline raste s povećanim brojem ciklusa, slika 2b.



Slika 2: Stupanj bjeline pamučnih materijala opranih na 60 °C: a. deterdžentom; b. uz 0,08 % optičkog bjelila; c. uz 0,12 % optičkog bjelila; d. uz 0,25 % optičkog bjelila)

Povećanje koncentracije optičkog bjelila rezultira višim stupnjevima bjeline opranog pamučnog materijala, slike 2c i 2d. Pamučni uzorci nakon osvjetljivanja u vremenu 30 i 60 minuta imaju u pravilu niži stupanj bjeline u odnosu na odgovarajuće neosvijetljene uzorke, slike 2 a-d. Ovo osobito vrijedi za uzorke osvjetljivane kroz 60 minuta, što ukazuje da je djelovanjem UV zračenja došlo do svojevrstne razgradnje optičkog bjelila. Međutim, bitno je naglasiti da se negativan utjecaj osvjetljivanja na optička svojstva u sljedećem pranju kompenzira ponovnim dodavanjem optičkog bjelila. Svi fenomeni istaknuti na 60 °C su potvrđeni pranjem na 90 °C, slika 3.



Slika 3: Stupanj bjeline pamučnih materijala opranih na 90 °C: a. deterdžentom; b. uz 0,08 % optičkog bjelila; c. uz 0,12 % optičkog bjelila; d. uz 0,25 % optičkog bjelila)

Utjecaj fluorescentnih spojeva u deterdžentu na UV zaštitna svojstva opranih pamučnih materijala praćen je preko UPF-a (tablica 3). Pamučni materijali u pravilu posjeduju određena zaštitna svojstva, ovisno o prethodno provedenim procesima oplemenjivanja. Uočava se neznatan stupanj zaštite bijeljene pamučne tkanine (UPF 7,276). Pranje deterdžentom na 60 °C utjecalo je na blagu promjenu UPF-a od 7,276 na 7,294 i od 7,276 na 7,862 na 90 °C.

Tablica 3: UPF pamučnih tkanina

Ciklus pranja	0	1.			3.			5.			10.		
		o	Xe30	Xe60	o	Xe30	Xe60	o	Xe30	Xe60	o	Xe30	Xe60
UZORAK													
P60	7,276	9,742	9,708	8,714	10,914	9,359	9,963	11,974	9,461	10,152	13,986	13,198	13,503
P60_0,08		9,087	7,449	8,821	16,824	12,373	15,974	22,511	18,559	20,433	37,971	23,432	30,246
P60_0,12		11,135	9,287	9,843	17,117	15,517	17,065	23,506	23,348	26,926	54,849	42,822	52,978
P60_0,25		13,964	14,932	13,753	31,424	25,293	30,619	50,403	44,438	47,952	107,714	66,488	78,586
P90		7,903	7,903	7,247	9,992	8,516	8,938	11,442	8,986	10,197	14,686	12,782	13,547
P90_0,08		10,850	10,116	9,097	19,009	15,601	16,810	22,602	20,766	22,677	49,613	44,060	38,108
P90_0,12		10,035	10,655	8,415	19,756	22,213	17,902	30,089	31,733	27,166	67,373	45,086	46,497
P90_0,25		13,642	13,244	11,907	36,460	28,963	26,338	51,060	33,997	35,699	118,552	83,295	97,629

Dodatak optičkog bjelila u deterdžent za pranje na obje temperature utječe na promjenu UV zaštitnih svojstava pamučne tkanine. UPF se povećava s povećanjem koncentracije optičkog bjelila dodane deterdžentu. Već nakon 5. ciklusa pranja s najvećom koncentracijom optičkog bjelila, postiže se izvrsna zaštita (UPF 50,403 na 60 °C i 51,060 na 90 °C). Uzorci oprani na 60 °C pokazuju manju osjetljivost na osvjetljivanje od uzoraka pranih na višoj temperaturi, iako je UPF u pravilu viši kod 90 °C.

4. Zaključak

Materijali oprani deterdžentom uz dodatak optičkih bjelila nakon osvjetljivanja gube na bjelini čime pokazuju osjetljivost na svjetlo. Pranje deterdžentom koji sadrži optičko bjelilo poboljšava se UV zaštita opranih materijala, koja se povećava s brojem pranja i povećanim udjelom optičkog bjelila u deterdžentu. Nađeno je da povišenom temperaturom nema bitnih razlika u postignutim bjelinama pranjem na 60 °C i na 90 °C. Pranjem se postiže stabilna zaštita, što potvrđuje UPF, koja se nakon osunčavanja ne smanjuje. Potvrđen je kumulativan učinak optičkog bjelila, pri čemu viša koncentracija optičkog bjelila osigurava izvrsnu zaštitu kroz mali broj ciklusa pranja, dok niska koncentracija optičkog bjelila iziskuje njihov veći broj. Rezultati UPF-a pamučnih materijala opranih s najvišom koncentracijom stilbenskog optičkog bjelila pokazuju stabilnost nakon osvjetljivanja u vremenu 30 i 60 minuta, što uz optičko potvrđuje i njegovo zaštitno djelovanje.

Literatura

- [1] Zoller, U.: *Handbook of detergents, Part E: Applications*, CRC Press by Taylor & Francis Group, ISBN 978-1-57444-757-6, New York, USA, (2009)
- [2] Soljačić, I.: O optičkim bjelilima, *Tekstil*, **21** (1972) 5, str. 377-398, ISSN 0492-5882
- [3] Dekanić, T., Pušić, T. & Soljačić, I.: Impact of Artificial UV-Light on Optical and Protective Effects of Cotton After Washing with Detergent Containing Fluorescent Compounds, *Tenside Surfactants Detergents*, **51** (2014) 5, str. 451-459, ISSN 0932-3414
- [4] Tarbuk, A. et al: UV Clothing and Skin Cancer, *Collegium Antropologicum*, **34** (2010) S2, str. 179-183, ISSN 0350-6134
- [5] Soljačić, I. & Pušić, T.: *Njega tekstila – I dio, Čišćenje u vodenim medijima*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, ISBN 953-7105-09-1, Zagreb, (2005)
- [6] HRN EN ISO 105-B02:2013 *Tekstil – Ispitivanje postojanosti obojenja – Dio B02: Postojanost obojenja na umjetno svjetlo: ispitivanje na blijeđenje s Xenon lampom*
- [7] HRN EN ISO 105-J02:2003 *Tekstil -- Ispitivanje postojanosti obojenja -- Dio J02: Instrumentalno određivanje relativne bjeline*
- [8] AS/NZS 4399:1996 *Sun protective clothing – Evaluation and classification*

Autori:

Dr. sc. Tihana DEKANIĆ.; Prof. dr. sc. Tanja PUŠIĆ; Prof. emeritus Ivo SOLJAČIĆ
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 4877 366

Fax: +(385) (1) 4877 354

E-mail: tdekanic@ttf.hr

Tel: +(385) (1) 4877 354

Fax: +(385) (1) 4877 354

E-mail: tpusic@ttf.hr

Tel: +(385) (1) 4877 351

Fax: +(385) (1) 4877 354

E-mail: ivo.soljacic@ttf.hr

ANALIZA GUBITAKA VREMENA RADA U TEKSTILNOJ INDUSTRIJI

LOSS OF TIME ANALYSIS IN TEXTILE INDUSTRY

Zvonko DRAGČEVIĆ; Anica HURSA ŠAJATOVIĆ;
Bosiljka ŠARAVANJA & Dragica KANTOCI

Sažetak: U radu je izvršeno snimanje i analiza gubitaka vremena u tehnološkom procesu šivanja tekstilnih komponenti za interijere vozila primjenom Metode trenutačnih zapažanja (MTZ) u tekstilnoj tvornici Kostel Promet d.o.o. u Pregradi. Predmet je analize ovog rada slučajno odabrani modul u kojem radi sedam radnica obučeni za rad na više strojeva, odnosno za izvođenje više tehnoloških operacija. Svrha provedbe ove metode je ukazivanje na gubitke vremena i pronalaženje uzroka njihovog nastanka. Nakon provedene metode trenutačnih zapažanja, ustanovljen je postotni udio rada i gubitaka s dopuštenom gornjom granicom gubitaka. Pogodnim metodama i postupcima poboljšanja organizacije procesa proizvodnje, iznos tih gubitaka može se smanjiti ili ukloniti i tako povećati efikasnost korištenja radnog vremena u tehnološkom procesu šivanja.

Abstract: The paper describes the recording and analysis of the loss of time in the technological process of sewing textile components for vehicle interiors by the use of the method of current observations at the Textile Company Kostel Promet d.o.o. in Pregrada. The object of the analysis described in the paper is a randomly selected module of the work of seven female workers qualified for work on several machines or for executing several technological operations. The purpose of implementing this method is to point out the loss of time and to find out the cause of their occurrence. After the method of current observations had been carried out, the percentage of work and loss of time with the permissive upper loss limit was found. The amount of these losses can be reduced or eliminated by using favourable methods and procedures of improving the organization of the manufacturing process, and thus the efficiency of using the operating time in the technological sewing process can be enhanced.

Ključne riječi: studij rada, modularni sustav tehnološkog procesa, metoda trenutačnih zapažanja, analiza gubitaka vremena.

Keywords: work study, modular system of technological process, work sampling study, loss of time analysis.

1. Uvod

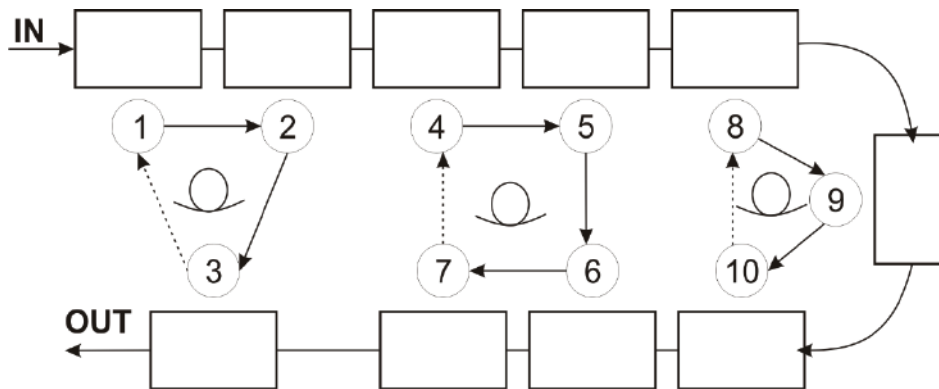
Cilj svakog poduzeća je povećanje proizvodnje, a kako bi se to postiglo potrebno je dobro proučiti sve čimbenike koji bi to i omogućili. Osim povećanja proizvodnje potrebno je postići dobru kvalitetu proizvoda i količinski zadovoljiti potrebe tržišta. No ipak, kako bi se zadovoljilo tržište nije cilj samo proizvesti dovoljnu količinu kvalitetnih proizvoda, već je potrebno poslovati s takvim troškovima koji će omogućiti prodajnu cijenu koju tržište može prihvatiti. Detaljnom analizom može se uočiti da se još uvijek ne vodi dovoljno računa o ekonomičnosti proizvodnje, odnosno da naponi nisu uvijek dovoljno usmjereni na smanjenje troškova vlastitim sredstvima, mogućnostima i kadrovima, boljom organizacijom, boljim i naprednijim metodama te optimalnijim iskorištenjem kapaciteta [1, 2].

Jedan od najvažnijih čimbenika koji povećavaju troškove svakako su gubitci vremena. Želi li se ekonomično poslovati, mora se provesti smanjenje gubitaka vremena na svim radnim mjestima i radovima te od strane svih onih koji na njih mogu utjecati. Zato je potrebno koristiti sve elemente znanstvenog pristupa organizaciji rada. U znanstvenom pristupu organizaciji rada vrlo značajno područje koje se široko primjenjuje, nakon što su iscrpljene sve mogućnosti povećanja proizvodnje primjenom pravilnog projektiranja tehnološkog procesa, jest područje studija rada. Za utvrđivanje, analiziranje i kvantificiranje gubitaka vremena u radnom procesu koristi se suvremena *Metoda trenutačnih zapažanja* (engl. Tippet Method of Ratio Delay) koja se temelji na statističkoj analizi uzoraka stanja radnog procesa za pojedinu skupinu radnih mjesta [1, 2].

U ovom radu provedena je analiza gubitaka vremena snimanjem Metodom trenutačnih zapažanja u tekstilnoj tvornici Kostel Promet d.o.o. u Pregradi, koja se bavi šivanjem tekstilnih komponenti za interijere vozila.

2. Teoretski pregled

Modularna koncepcija tekstilne proizvodnje razvijena je početkom 1990-ih kao jedan od pokušaja prilagodbe tehnoloških procesa proizvodnje odjeće QRS (engl. Quick Response System) i JIT (engl. Just In Time) strategiji. **Modularni način proizvodnje** razvijen je za proizvodnju jednostavnih i srednje složenih tekstilnih proizvoda, ali je grupiranjem više modula moguće proizvoditi i složene tekstilne proizvode. Jedna od bitnih razlika modularne koncepcije, pred ostalim sustavima tehnološkog procesa, jest da jedan radnik izvodi tehnološke operacije na više strojeva, a unutar modula najčešće postoji sustav visećeg međufaznog transporta kojim su povezana sva radna mjesta [3]. Modularna koncepcija organizirana je na način kao što prikazuje slika 1.



Slika 1: Tlocrtni prikaz proizvodnog modula [4]

Kako bi se povećala proizvodnja i proizvodnost, odnosno postiglo ekonomično poslovanje primjenom optimalnih metoda organizacije proizvodnog procesa, potrebno je sniziti troškove na svim radnim mjestima i radovima koji mogu utjecati na troškove, što se postiže **analizom gubitaka vremena**. Jedan od elemenata koji povećavaju troškove su gubici vremena pa je uz odabir optimalnog sustava tehnološkog procesa nužno provesti i snimanje i analizu svih gubitaka vremena koji nastaju tijekom rada.

Gubici vremena koji nastaju u procesu proizvodnje mogu biti uzrokovani [5]:

- stvaranjem tzv. uskih grla proizvodnje,
- povećavanjem fiksnih troškova,
- smanjenjem dnevnog kapaciteta,
- smanjenjem osobnih dohodaka djelatnika,
- neizvršavanjem zadanih rokova isporuke gotovih proizvoda, odnosno
- nepravovremenim izlaskom na tržište,
- smanjenjem dobiti te
- gubitkom tržišta.

Kako bi se mogli smanjiti gubici vremena i povećati iskorištenja kapaciteta, potrebno je analizirati koliko se vremena troši na rad, a koliki su gubici vremena. Gubici vremena se mogu podijeliti na neopravdane i opravdane. U neopravdane gubitke vremena spadaju nedisciplinarnost i nerad, što se uklanja boljom organizacijom radnog vremena i proizvodnje. Opravdani gubici vremena su oni koje radnik nije namjerno prouzročio a dijele se na planirane i neplanirane. Planirani gubici se vežu uz tehnološki ili proizvodni proces za razliku od neplaniranih gubitaka koji nisu vezani uz tehnološki ili proizvodni proces i ne može ih se planirati, ali ipak postoje u proizvodnji [1]. Opravdani gubici zovu se organizacijskim gubitcima jer ovise prvenstveno o stupnju organizacije proizvodnog procesa, ali i o vrsti tehnološkog procesa, starosti i sastavu radnog osoblja. Za neopravdane gubitke vremena, nakon analize i razmatranja, daju se prijedlozi za njihovo otklanjanje. Dobiveni podaci služe za izračunavanje dopunskog koeficijenta dodatnog vremena (K_d).

$$K_d = \frac{\sum GP}{\sum R + \sum GN + \sum NE} \cdot 100 \quad (1)$$

gdje je:

- $\sum GP$ – broj zabilježaka planiranih gubitaka vremena
- $\sum R$ – broj zabilježaka koje se odnose na radne aktivnosti
- $\sum GN$ – broj zabilježaka neplaniranih gubitaka vremena
- $\sum NE$ – broj zabilježaka koje se odnose na nedisciplinu

3. Eksperimentalni rad

U radu je provedeno snimanje i analiza gubitaka vremena primjenom metode trenutačnih zapažanja u tehnološkom procesu šivanja naslona za glavu za automobile. Analiza gubitaka rada provedena je na odabranom modulu u kojem radi sedam radnica specijaliziranih za izvođenje tehnoloških operacija šivanja naslona za glavu. Navedeni proizvod izrađuje se od umjetne kože u šest različitih boja prema kojima je, tijekom izrade, potrebno prilagoditi boju konca i boju drukera koji su također sastavni dio proizvoda. Nakon što se gubitci utvrde i kvantificiraju, potrebno je poduzeti odgovarajuće mjere kojima bi se postotak gubitaka smanjio i sveo na minimum.

U tehnološkom procesu šivanja, organiziranom po modularnom principu, radi ženska radna snaga, osposobljena i uvježbana za rad. Radnice su uvježbane za korištenje više različitih vrsta šivaćih strojeva (univerzalni, specijalni), odnosno za izvođenje više različitih tehnoloških operacija. U slučaju planiranog ili neplaniranog izostanka s posla radnici se, s obzirom na stupanj uvježbanosti (svestranost vještina), mogu međusobno zamijeniti.

Tehnološki proces šivanja izvodi se pomoću univerzalnih i specijalnih šivaćih strojeva različite tehničke opremljenosti. Sustav međufaznog transporta čine plastični sanduci i etažna transportna kolica te postavljena uz vanjski dio modula do kojeg radnice dolaze i uzimaju krojne djelove. Nakon što radnica izvede određene tehnološke operacije, odlaže poluproizvod na sljedeće radno mjesto ili se premješta na drugo radno mjesto, tj. šivaći stroj gdje izvodi sljedeću tehnološku operaciju.

Metoda trenutačnih zapažanja je matematičko-statistička metoda promatranja učestalosti određenih pojava u proizvodnji. Temelji se na teoriji uzoraka gdje se iz dvoslojnog skupa aktivnosti (rad - gubitak vremena) oblikuju diskontinuirani skupovi. Analiza gubitaka vremena, temeljem prikupljenih podataka metodom trenutačnih zapažanja, izračunata je na osnovi izraza koji su opisani i prikazani u literaturi [1, 5].

4. Rezultati i rasprava

U pokusnom snimanju prikupljeno je 256 zabilješki, a obradom podataka određen je udio rada od 84,38 % (379,71 min) i gubitaka vremena od 15,62 % (70,29 min), te je utvrđen potreban broj zabilježaka za osnovno snimanje koji uz željenu vjerojatnost od 95 % i relativnu pogrešku (ξ_r) od 8 % iznosi 3375 zabilješki. Kako bi se sakupio predviđeni broj zabilježaka osnovnog snimanja uz jednog snimača, određeno je da se u pojedinom satu izvodi 4 obilazaka, a ukupno trajanje osnovnog snimanja iznosilo je 16 dana. Vremena obilazaka snimača za vrijeme propisanog odmora izvedena su dodatnim obilascima. Analizom podataka i rezultata osnovnog snimanja određen je postotni udio rada koji iznosi 86,73 % (390,28 min) i gubitaka vremena od 13,27 % (59,72 min). Ostvarena relativna pogreška mjerenja udjela rada (ξ_q) iznosi 1,35 % čime je utvrđena gornja granica rada (GGq) od 395,55 min i donja granica rada (DGq) od 385,02 min. Ostvarena relativna pogreška mjerenja u udjelu gubitaka vremena (ξ_p) iznosi 8,80 %. Prema tome gornja dopuštena granica stvarnih udjela gubitaka vremena za cjelokupni tehnološki proces (GGp) iznosi 64,98 min, a donja granica gubitaka vremena (DGp) iznosi 54,45 min [6].

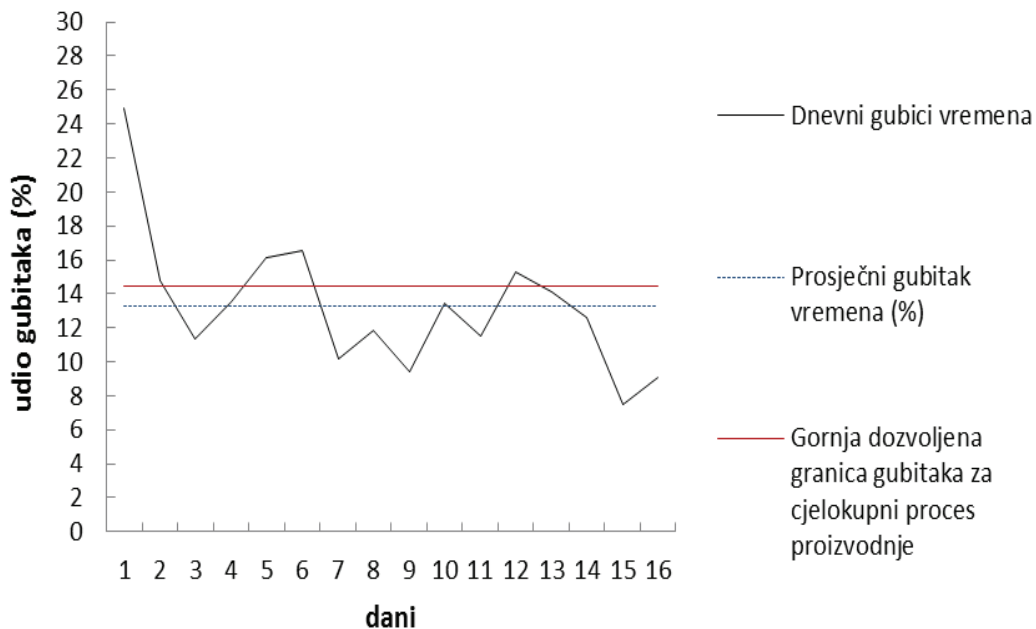
U tehnološkom procesu proizvodnje mjerodavna je donja dopuštena granica rada (DGq) ili gornja dopuštena granica gubitaka vremena (GGp). U tom se rasponu smatra da se tehnološki proces normalno odvija. Ukoliko se ustanovi da je udio rada manji od donje dopuštene granice rada (DGq), potrebno je dodatnom analizom ustanoviti uzroke.

Podaci zabilježaka rada i gubitaka odnosno njihovi vremenski i postotni udjeli u svakom danu osnovnog snimanja prikazani su u tablici 1.

Tablica 1 prikazuje postotni udio i vremenske iznose gubitaka u radu po danima kao i njihovu srednju vrijednost. Analizom grafičkog prikaza na slici 2 može se ustanoviti da kod izvođenja glavnog snimanja tijekom 16 radnih dana, u pet dana gubitci prelaze gornju dopuštenu granicu i povećavaju gubitke vremena u tehnološkom procesu šivanja.

Tablica 1: Postotni udjeli i vremenski iznosi rada i gubitaka vremena po danima osnovnog snimanja MTZ metodom

Broj dana snimanja	Udio (%)		Vremenski iznos (min)	
	rada (q)	gubitaka (p)	rada	gubitaka
1.	75,10	24,90	337,95	112,05
2.	85,24	14,76	383,58	66,42
3.	88,64	11,36	398,88	51,12
4.	86,48	13,52	389,16	60,84
5.	83,90	16,10	377,55	72,45
6.	83,47	16,53	375,61	74,39
7.	89,84	10,16	404,28	45,72
8.	88,13	11,87	396,58	53,42
9.	90,56	9,44	407,52	42,48
10.	86,56	13,44	389,52	60,48
11.	88,48	11,52	398,16	51,84
12.	84,67	15,33	381,01	68,99
13.	85,86	14,14	386,37	63,63
14.	87,42	12,58	393,39	56,61
15.	92,48	7,52	416,16	33,84
16.	90,95	9,05	409,27	40,73
Σ	86,73	13,27	390,28	59,72



Slika 2: Prikaz gubitaka vremena i gornje dopuštene granice za cjelokupni tehnološki proces šivanja

Na temelju prikupljenih podataka vidljivo kako uzrok gubitaka s najvećom učestalosti predstavlja uzimanje pribora i materijala što se konkretno odnosi na uzimanje krojnih dijelova koji se nalaze s vanjske strane proizvodnog modula u plastičnim sanducima ili na etažnim transportnim kolicima do kojih radnice tijekom smjene dolaze u više navrata kako bi uzele krojne dijelove te se vratile natrag na radno mjesto. Sljedeći uzrok gubitaka vremena odnosi se na međusobne razgovore radnica u analiziranom modulu koji nisu posljedica tehnološkog procesa već su rezultat vlastite discipline, odnosno nediscipline i potrebno ih je svesti na što manju mjeru. Uzrok gubitaka vremena koji se odnosi na službene razgovore javlja se prvenstveno zbog toga što se u proizvodnji nalazi određeni broj radnica koje, iako su uvježbane za izvođenje tehnoloških operacija šivanja, nisu kvalificirane za posao u tekstilnoj struci pa ponekad nailaze na nejasnoće tijekom proizvodnje. Pritom im u pomoć dolazi za to određeni instruktor ili se pak radnica, koja nailazi na nejasnoće, konzultira s radnicom koja ima više iskustva. Podrazumijeva se da će se stupanj proizvodnosti takvih radnica tijekom vremena u potrebnoj mjeri povećati. Učestalost događaja koji se odnose na osobne potrebe i održavanje radnog mjesta (zamjena i namatanje donjeg i gornjeg šivaćeg konca) kao uzroka gubitaka vremena je vrlo mala u odnosu na ukupni broj prikupljenih zabilježaka rada i gubitaka, što čini gotovo neznatan udio gubitaka vremena.

5. Zaključak

Upravljanje i vođenje proizvodnog procesa potrebno je voditi na temelju utvrđenih tehničkih podataka i drugih vrsta informacija prikupljenih direktno iz procesa. Podatke je potrebno dobro analizirati primjenom odgovarajućih statističkih metoda i alata kako bi se na temelju rezultata mogle donijeti odgovarajuće odluke. U ovom je radu provedena metoda trenutačnih zapažanja kao matematičko-statistička metoda u svrhu kontrole postojećeg procesa kako bi se utvrdili uzroci gubitaka vremena tijekom procesa šivanja tekstilnih komponenti za interijere vozila. Prikazani rezultati daju jasan uvid u pojavu gubitaka koje u najvećoj mjeri čine planirani gubitci (uzimanje pribora i materijala, službeni razgovori). Gubitke koji nastaju prilikom uzimanja materijala, odnosno krojnih dijelova, iz plastičnih kutija preporučljivo je smanjiti odgovarajućim prostornim rasporedom plastičnih kutija koje bi bile bliže radnicama, dopušta li to veličina prostora. Također je utvrđeno da veći dio gubitaka čine i međusobni razgovori radnica koji nisu posljedica tehnološkog procesa, već su rezultat nediscipline. Navedene gubitke potrebno je smanjiti razvijanjem svijesti o vlastitom doprinosu uspješnosti poslovanja te sagledavanjem uloge i značenja vlastitog segmenta rada kao dijela cjeline. Naime, svijest o vlastitoj odgovornosti za kvalitetu posla potrebno je pobuditi kod svih zaposlenih odgovarajućom izobrazbom.

Literatura

- [1] Taboršak, D.: *Studij rada*, Orgadata, Zagreb, (1994.)
- [2] Barnes, R.M.: Studij pokreta i vremena, *Dostupan na: <http://www.sumari.hr/biblio/pdf/14104.pdf>*, *Pristupljeno: 2014-07-18*
- [3] Rogale, D. i sur.: *Procesi proizvodnje odjeće*, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN 978-953-7105-32-7, Zagreb (2011.)
- [4] Dragčević Z. et al: Analysis of loss of time in the technological sewing process, *Book of Proceedings of the 7th International Textile, Clothing & Design Conference – Magic World of Textiles*, October 5th to 8th 2014, Dubrovnik, Croatia, str. 271-276, ISBN 978-953-7105-54-9; ISSN 1847-7275
- [5] Ljubić, Z. & Dragčević, Z.: Primjena metode trenutačnih zapažanja u tehnološkim procesima proizvodnje odjeće, *Tekstil*, **46** (1997) 9, str. 501-508, ISSN 0492-5882
- [6] Kantoci, D.: Analiza gubitaka vremena u tehnološkom procesu šivanja tekstilnih komponenti za interijere osobnih vozila, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet (2014)

Zahvala

Zahvaljujemo tvrtki Kostel Promet d.o.o. koja je omogućila provođenje eksperimentalnog dijela rada. Rad je dio istraživanja provedenih u okviru Sveučilišne potpore za 2014. godinu. Zaštitni odjevni sustavi iz visokoučinkovitih materijala – učinkovita zaštita u akcidentnim situacijama financirane od Sveučilišta u Zagrebu.

Autor(i):

Prof. dr. sc. Zvonko DRAGČEVIĆ; Doc. dr. sc. Anica HURSA ŠAJATOVIĆ; Bosiljka ŠARAVANJA, mag. ing. text. techn.
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10 000 Zagreb, Hrvatska

Tel: +(385) (1) 37 12 535

+ (385) (1) 37 12 551

+ (385) (1) 37 12 544

Fax: +(385) (1) 37 12 535

+ (385) (1) 37 12 535

+ (385) (1) 37 12 535

E-mail: zvonko.dragcevic@tff.hr

anica.hursa@tff.hr

bosiljka.saravanja@tff.hr

Dragica KANTOCI

Kostel Promet d.o.o.

Janka Leskovara 36/3, 49218 Pregrada

Tel:

Fax:

E-mail: dragica.kantoci@gmail.com

MOGUĆNOST PRIMJENE HLADNE PLAZME ZA POSTIZANJE CILJANIH FUNKCIONALNIH SVOJSTVA TEKSTILNIH MATERIJALA

POSSIBILITY OF COLD PLASMA APPLICATION FOR TARGETED FUNCTIONALISATION OF TEXTILE MATERIALS

Sanja ERCEGOVIĆ RAŽIĆ; Ivan KOSALEC; Ana SUTLOVIĆ; Jelena PERAN & Nikolina DRAKULA

Sažetak: Posljednjih nekoliko godina na Tekstilno-tehnološkom fakultetu provode se istraživanja primjene niskotemperaturne i niskotlačne plazme na površini različitih tekstilnih materijala sa svrhom dobivanja proizvoda poboljšanih funkcionalnih svojstava. Pritom su istraživanja usmjerena na provedbu ciljanih modifikacija površine tekstilnih materijala primjenom optimiranih postupaka predobrade i obrade direktno u komori plazma sustava. U ovom je radu prikazan dio rezultata primjene obrada u plazmi u svrhu modifikacije površine i svojstava tkanine od liocelnih vlakana, radi postizanja boljih antibakterijskih i bojadiserskih svojstava. Sve obrade su provedene na tkaninama od liocelnih vlakana definiranih karakteristika, u optimiranim parametrima procesa plazme. Za postizanje antibakterijskih svojstava korištena je otopina srebrnog nitrata, dok je za bojadisanje tkanina primijenjeno reaktivno ftalocijanidno bojilo. Rezultati pokazuju da površinska predobrada i kisikovom i argonovom plazmom povećava stupanj iscrpljenja teško iscrpljujućeg ftalocijanidnog bojila. Mikrobiološkom analizom potvrđeno je antibakterijsko djelovanje obrađene tkanine srebrom nanesenog postupkom u plazmi, spram odabranih bakterijskih vrsta.

Abstract: Research of low-temperature and low-pressure plasma application on the surface of different textile materials in order to obtain the products of enhanced functional properties was carried out in recent years at the Faculty of Textile Technology. The research was focused on the targeted surface modification of textile materials by applying optimized processes of pre-treatment and treatment, directly within the chamber of plasma system. In this paper a part of the results of plasma modification the lyocell fabric surface properties to achieve better antibacterial and dyeing properties are being presented. All treatments were carried out on the lyocell fabric of defined characteristics, using the optimized process parameters of plasma. To achieve antibacterial properties silver nitrate solution was used, while dyestuff was applied for dyeing of the fabrics reactive phthalocyanine. Results indicate that the surface pretreatments using oxygen and argon plasmas certainly increased the phthalocyanine dye exhaustion rate. Microbiological analysis confirmed the antibacterial activity of treated lyocell fabric using silver against selected bacterial species.

Ključne riječi: niskotlačna plazma, modifikacija/aktivacija površine, antibakterijska svojstva, tkanine od liocelnih vlakana, iscrpljenje bojila.

Keywords: low-pressure plasma, surface modification/activation, antibacterial properties, lyocell fabrics, dye exhaustion rate.

1. Uvod

Tekstilni materijali izloženi djelovanju plazme prolaze kemijske i fizikalne transformacije u površinskom sloju, a dobivena krajnja svojstva uključuju povećanje hidrofilitnosti i adhezijskih svojstava, poboljšana bojadiserska svojstva, promjenu električne vodljivosti, itd. [1, 2]. Posebno je značajna primjena plazme u modifikaciji svojstava materijala nanošenjem organskih i/ili anorganskih čestica na njihovu površinu sa svrhom postizanja novih funkcionalnih svojstava poput otpornosti na gorenje, gužvanje i prljanje, vodoodbojnosti i u novije vrijeme antimikrobne učinkovitosti [3-5]. U radu je istražena mogućnost primjene niskotlačne plazme u svrhu modifikacije svojstava i funkcionalizacije površine tkanine od liocelnih vlakana nanošenjem čestica srebra PE-CVD postupkom u plazmi. Površina uzorka liocelne tkanine aktivirana je kisikovom i argonovom plazmom. te bojadiserana reaktivnim ftalocijanidnim bojilom za koja je poznato da imaju slabo iscrpljenje.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Karakteristike uzorka za ispitivanje

Istraživanje je provedeno na sirovoj tkanini od liocelnih vlakana proizvedene kod domaćeg proizvođača, tvrtke Čateks. Osnovine niti su škrobljene s polivinilalkoholom (PVA) i karboksimetilcelulozom (CMC) po industrijskoj recepturi kako bi se smanjilo trenje između niti prilikom tkanja, a samim time i broj prekida niti.

Nakon procesa tkanja na tkalačkom pneumatskom stroju Picanol omni+800, proveden je proces odškrobljavanja pranjem bez uporabe enzima, te sušenjem u napetom stanju pri temperaturi 100 °C. Temeljne karakteristike tkanine navedene su u tablici 1.

Tablica 1: Temeljne konstrukcijske karakteristike primijenjenog uzorka tkanine

Svojtvo		Gustoća niti [cm ⁻¹]	Debljina [mm]	Plošna masa [g/m ²]	Finoća pređe [tex]	Broj uvoja [m ⁻¹]	Finoća vlakana [dtex]	Duljina vlakana [mm]
Uzorak								
CLY	o	21	0,29	120,1	31,3	650	1,4	38
	p	19			25,0			

2.2 Postupci obrada u niskotlačnoj plazmi - aktivacija površine O₂ plazmom i PE-CVD postupak

Kako bi se osiguralo poboljšano vezivanje primijenjenih sredstava za obradu na površinu tekstilnog materijala, proveden je postupak aktivacije/modifikacije površine kisikovom plazmom. Proces se temelji na reakciji između kemijskih skupina na površini supstrata i reaktivnih čestica u plazmi pri čemu dolazi do stvaranja novih funkcionalnih skupina na površini materijala. Nakon preliminarnih ispitivanja o utjecaju protoka plina i vremena, pri istim vrijednostima tlaka i snage na karakteristike površine liocelnih vlakana, odabrani su parametri obrade prikazani u tablici 2.

Tablica 2: Uvjeti obrade kisikovom plazmom u svrhu aktivacije površine liocelnih vlakana

Parametri procesa	<i>t</i> [min]	<i>q</i> [cm ³ /min]	<i>p</i> [mbar]	<i>P</i> [W]	<i>f</i> [kHz]	<i>l x h</i> [mm]
	5	40	0,38	300	40	350 x 200

t [min] - vrijeme obrade, *q* [cm³/min] - protok plina, *p* [mbar] - tlak, *P* [W] - snaga, *f* [kHz] – frekvencija uređaja, *l x h* – duljina x širina (dimenzije uzoraka)

Postupak plazmom pospješene depozicije (plasma enhanced - chemical vapour deposition process, PE-CVD) proveden je odmah po završetku procesa aktivacije kisikovom plazmom, bez ventilacije vakuum komore, prema uvjetima navedenim u tablici 3. Za obrade su primijenjene otopine srebrvog nitrata, AgNO₃ p.a. (Aldrich) u apsolutnom etanolu, koncentracija 0,1 M i 0,2 M.

Tablica 3: Uvjeti obrade uzoraka s AgNO₃ primjenom PE-CVD postupka

Obrada	Obrada I: O ₂ /0,1 M AgNO ₃	Obrada II: O ₂ /0,2 M AgNO ₃
Parametri procesa		
C (AgNO ₃) [M]	0,1	0,2
<i>t</i> [min]	20	20
<i>q</i> [cm ³ /min]	40	40
<i>p</i> [mbar]	0,24	0,24
<i>P</i> [W]	150	150
<i>f</i> [kHz]	40	40
<i>l x h</i> [mm]	150 x 150	150 x 150

C (AgNO₃) [M] - koncentracija AgNO₃, *t* [min] - vrijeme obrade, *q* [cm³/min] - protok plina, *p* [mbar] - tlak, *P* [W] - snaga, *f* [kHz] - frekvencija uređaja, *l x h* - duljina x širina (dimenzije uzoraka)

2.3 Bojadsanje tkanine od liocelnih vlakana

2.3.1 Aktivacija površine liocelne tkanine kisikovom (O₂) i argonovom (Ar) plazmom

Zbog pospješavanja postupka bojadsanja i boljeg vezivanja primijenjenog bojila na površinu tekstilnog materijala, proveden je postupak aktivacije površine liocelnih tkanina O₂ i Ar plazmom. Obrade su provedene pri različitim vremenima kako bi se utvrdio eventualno bolje iscrpljenje i vezanje molekula bojila na funkcionalne skupine celuloze.

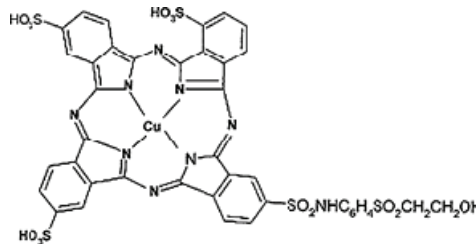
Tablica 4: Uvjeti obrade kisikovom i argonovom plazmom u svrhu aktivacije površine liocelnih vlakana

Parametri procesa	<i>t</i> [min]	<i>q</i> [cm ³ /min]	<i>p</i> [mbar]	<i>P</i> [W]	<i>f</i> [kHz]	<i>l x h</i> [mm]
	5, 10, 20	40	0,40	300	40	100x100

t [min] - vrijeme obrade, *q* [cm³/min] - protok plina, *p* [mbar] - tlak, *P* [W] - snaga, *f* [kHz] – frekvencija uređaja, *l x h* – duljina x širina (dimenzije uzoraka)

2.3.2 Postupak bojadisanja reaktivnim ftalocijanidnim bojilom

Bojadisanje je provedeno ftalocijanidnim bojilom za koja je karakterističan problem slabog iscrpljenja iz kupelji na tkaninu. Korišteno je reaktivno ftalocijanidno bojilo Reactive Turquoise Blue KN-G; C.I. Reactive blue 21, čija je kemijska struktura prikazana u jednadžbi (1):



(1)

Ftalocijanidno bojilo odabrano je iz više razloga:

- Niski stupanj iscrpljenja bojila
- Ekonomskih razloga: velika potrošnja bojila i opterećenje vode
- Ekoloških razloga: onečišćenja vode.

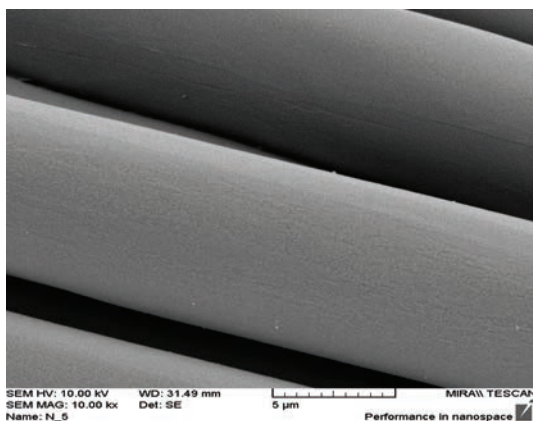
Bojadisanje je provedeno u laboratorijskom aparatu za mokre obrade Polycolor Mathis uz koncentraciju bojila 2 % na masu materijala, OK 1:20; na temperaturi 98 °C u vremenu od 120 minuta. Stvaranje kovalentnih veza između celuloznog vlakna i reaktivnog bojila osigurano je dodatkom 5 g/l Na₂CO₃. Nakon procesa bojadisanja provedeno je ispiranje, sapunanje i neutralizacija s 10 % octenom kiselinom.

3. Metode analize, rezultati i rasprava

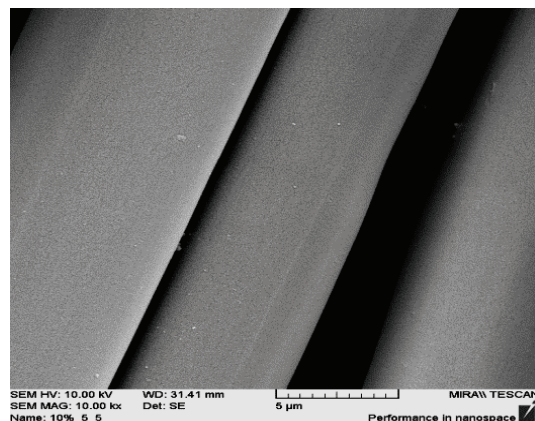
3.1 Mikromorfološka analiza površine liocelnih vlakana primjenom SEM mikroskopije

Ispitivanje karakteristika površine i promjena nakon provedenih obrada plazmom i antimikrobnim sredstvima na uzorcima liocelnih tkanina provedeno je primjenom SEM mikroskopa oznake Tescan, MIRA\\LMU, Češka, smještenog na Zavodu za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju, Tekstilno-tehnološkog fakulteta. Za promatranje i analizu pripremljeni su uzorci dimenzija 10 x 10 mm, koji su prethodno napareni smjesom zlata i paladija pod utjecajem argonove plazme.

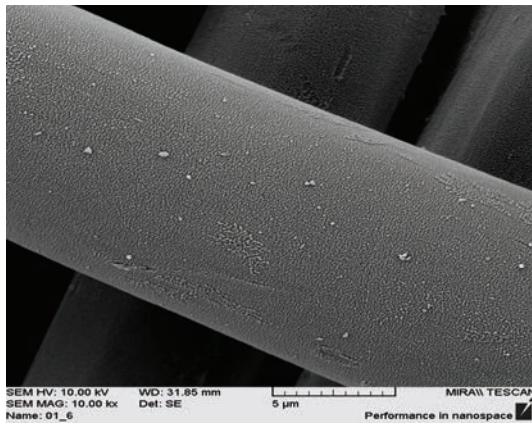
Analiza površine liocelnih vlakana provedena je radi utvrđivanja mikromorfoloških promjena površine ispitivanih uzoraka nakon aktivacije kisikovom plazmom, te utvrđivanja učinkovitosti provedenih obrada srebrovim nitratom. Na slikama 2a - d prikazane su mikroskopske snimke uz povećanje 10 kx.



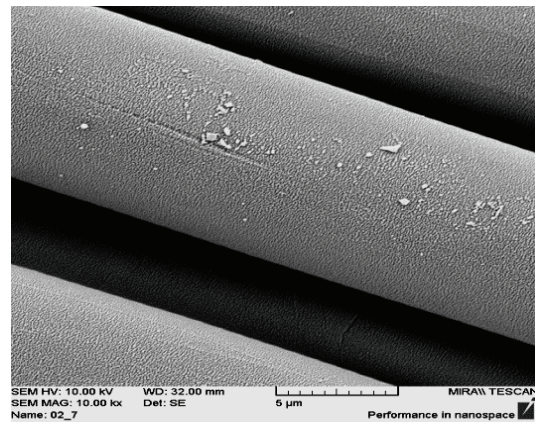
a.



b.



c.



d.

Slika 1: SEM snimke vlakana: a. neobrađenog uzorka; b. uzorka aktiviranog O₂ plazmom; c. PE-CVD postupka O₂/0,1 M AgNO₃ i d. PE-CVD postupka O₂/0,2 M AgNO₃, uz povećanje 10 kx.

Neobrađeno liocelno vlakno je vrlo glatke površine, koja nakon obrade kisikovom plazmom u vremenu od 5 min. postaje neravnomjernija odnosno hrapavija, što je posljedica djelovanja kisika na površini vlakna. Na slikama 2. c i d uočava se prisustvo čestica srebra na površini uz nešto više aglomerata nakon postupka obrade s 0,2 M otopinom AgNO₃. Pored čestica srebra uočava se i lagana uzdužna ablacija površine liocelnog vlakna uvjetovana provedenim postupcima u plazmi i izrazito fibrilnom građom ove vrste vlakana.

3.2 Određivanje antimikrobne učinkovitosti obrađenih liocelnih uzoraka

Za ispitivanje antimikrobne učinkovitosti obrađenih uzoraka primijenjena je kvantitativna metoda ispitivanja - *time kill assay*, kojom se određuje broj razvijenih kolonija mikroorganizama nakon inkubacije uzoraka u definiranim vremenskim intervalima. Metoda je razrađena u Zavodu za mikrobiologiju, Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Primijenjeni inokulumi su otopina gram-negativne bakterije *Escherichia coli* ATCC 10536 i gram-pozitivne bakterije *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. Antimikrobna učinkovitost obrađenog tekstilnog materijala ispitana je u trenutku kontakta s otopinom mikroorganizama ($t_0 = 0$ h) te nakon inkubacije na temperaturi 37 °C u definiranim vremenskim intervalima ($t_1 = 6$ h, $t_2 = 18$ h).

Tablica 5: Prikaz razlike, Δ CFU/ml i postotnog smanjenja količine kolonija bakterija, CFU [%] u vremenu, neobrađenog i obrađenih uzoraka inokuliranih s *Escherichia coli* ATCC 10536

t [h]		0	6	18
Obrada				
Neobrađeni uzorak	CFU [%]	100 %	70,68 %	58,51 %
	Δ CFU/ml	-	1,839	2,602
O ₂ /0,1 M AgNO ₃	CFU [%]	100 %	41,32 %	26,57 %
	Δ CFU/ml	-	3,913	4,897
O ₂ /0,2 M AgNO ₃	CFU [%]	100 %	51,63 %	36,97 %
	Δ CFU/ml	-	3,137	4,088

t [h] - vrijeme inkubacije, CFU [%] - postotno smanjenje količine kolonija bakterija u vremenu, Δ CFU/ml - razlika količine kolonija bakterija u vremenu

Tablica 6: Prikaz razlike, Δ CFU/ml i postotnog smanjenja količine kolonija bakterija, CFU [%] u vremenu, neobrađenog i obrađenih uzoraka inokuliranih s *Staphylococcus aureus* ATCC 6538

t [h]		0	6	18
Obrada				
Neobrađeni uzorak	CFU [%]	100 %	62,74 %	46,83 %
	Δ CFU/ml	-	1,839	2,602
O ₂ /0,1 M AgNO ₃	CFU [%]	100 %	48,14 %	44,18 %
	Δ CFU/ml	-	3,913	4,897
O ₂ /0,2 M AgNO ₃	CFU [%]	100 %	63,33 %	48,35 %
	Δ CFU/ml	-	3,137	4,088

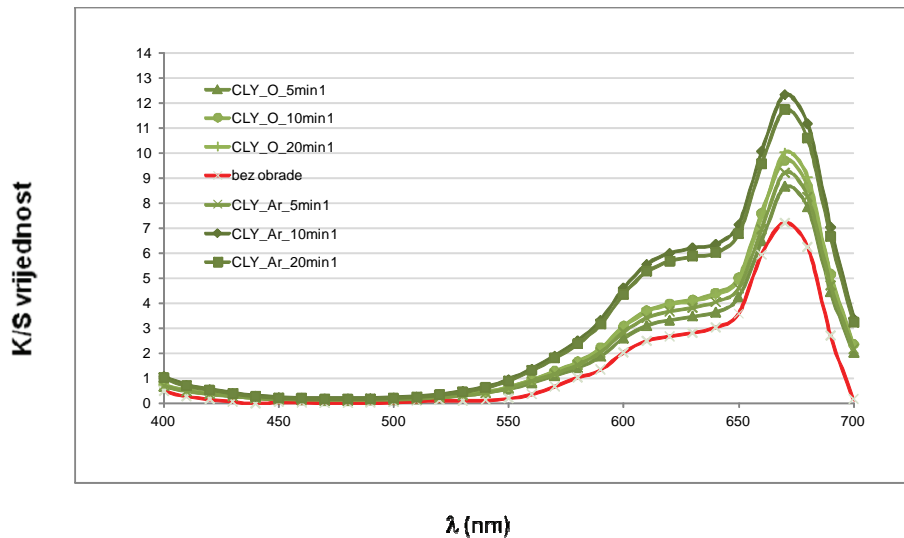
t [h] - vrijeme inkubacije, CFU [%] - postotno smanjenje količine kolonija bakterija u vremenu, Δ CFU/ml - razlika količine kolonija bakterija u vremenu

Iz rezultata prikazanih u tablici 5 vidljiv je nedvojben pozitivan učinak svih obrađenih uzoraka na bakteriju *Escherichia coli* koji raste s vremenom inkubacije. Zanimljivo je da i neobrađeni uzorak pokazuje antibakterijsku učinkovitost u vremenu pri čemu nakon 18 sati inkubacije dolazi do redukcije čak 41,49 % kolonija bakterija. Vidljivo je da je obrada aktiviranih uzoraka s 0,1 M AgNO₃ dala bolje rezultate nego primjenom 0,2 M AgNO₃. Rezultati prikazani u tablici 6. također pokazuje antibakterijsku učinkovitost neobrađenog uzorka i na bakteriju *Staphylococcus aureus* koja raste s vremenom inkubacije te je nakon 18 sati broj kolonija bakterija reducirana za 53,17 %. Kod obrađenih uzoraka sa srebrovim nitratom nije jasno izražen učinak antibakterijske učinkovitosti u usporedbi s neobrađenim uzorkom.

3.3 Određivanje K/S vrijednosti remisija snimljenih remisijom spektrofotometrom

Obojenim uzorcima izmjerena je remisija (R) na remisijom spektrofotometru, oznake Data Color Spectraflash SF600 plus-CT te izračunata dubina obojenja (K/S) prema Kubelka-Munkovoj jednadžbi:

$$K/S = (1-R)^2 / 2R \quad (2)$$



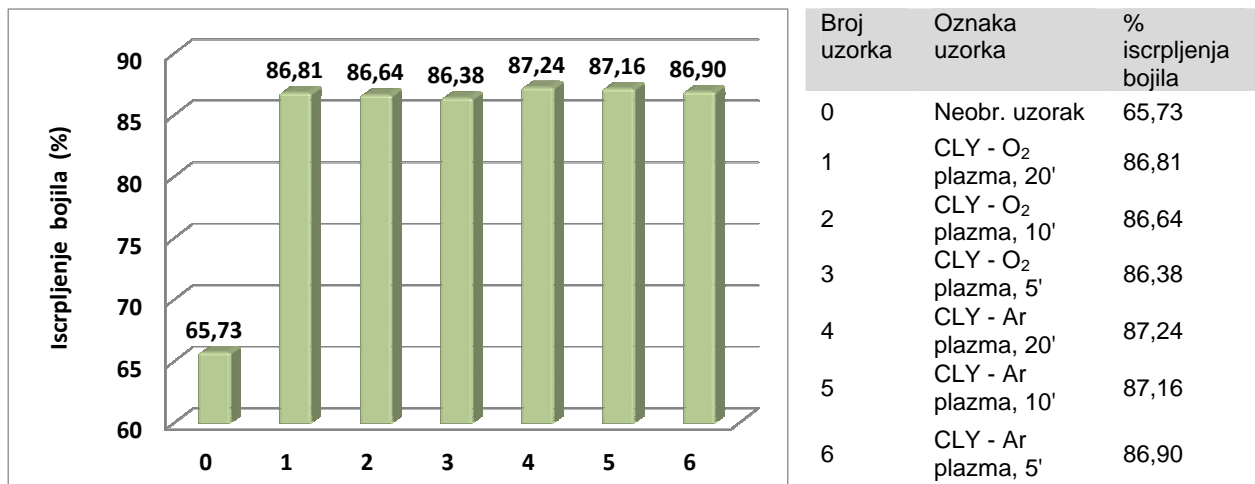
Slika 2: K/S vrijednosti obojadisanih liocelnih uzoraka

3.4 Određivanje stupnja iscrpljenja bojila apsorpcijskim spektrofotometrom

Stupanj iscrpljenja bojila iz kupelji određen je primjenom apsorpcijskog spektrofotometra, oznake Cary 50 (Varian) kod 660 nm (λ_{max} , valna duljina kod koje je maksimalna vrijednost apsorpcije).

$$\text{Ischrpljenje bojila (\%)} = ((A_0 - A_t) / A_0) \cdot 100 \quad (3)$$

Gdje je: A_0 - apsorpcija izmjerena na početku procesa bojadisanja;
 A_t - apsorpcija izmjerena na kraju procesa bojadisanja



Slika 3: Grafički i brojni prikaz vrijednosti postotka iscrpljenja bojila nakon obrada plazmom

Utvrđen je jako dobar učinak plazme na postotak iscrpljenje bojila koje se kreće oko 87 %, nakon obrade u vremenu od 5 minuta, uz argon i kisik kao radni plin plazme. Može se zaključiti da vrijeme obrade plazmom ne utječe značajno na povećanje stupnja iscrpljenja bojila, stoga se kao najpovoljnija obrada smatra kod najkraćeg vremena obrade O₂ i Ar plazmom. Dobiveni visok stupanj iscrpljenja bojila obradom sa plazmom povećava za više od 20 % i u korelaciji je s dubinom obojenja (K/S) što potvrđuje da je došlo do stvaranja kovalentnih veza između reaktivnih skupina bojila i funkcionalnih skupina tekstilnog materijala.

4. Zaključci

Obrade plazmom uz kisik kao reaktivni plin i argon kao plemeniti plin korisne su jer se optimiranjem parametara procesa može postići fizikalno-kemijska aktivacija površine, čime vlakno, a time i tkanina postaje dostupnija za bolju adheziju sredstava nanesenih plazmom (srebrovog nitrata) ili drugim fizikalno-kemijskim obradama, s ciljem dobivanja razine antimikrobne zaštite ili nekog drugog funkcionalnog svojstva. Na razini mikromorfoloških svojstava, plazmom je postignuto čišćenje površine vlakna, a glatka površina liocelnih vlakana, nakon obrade O₂ plazmom postala je neravnomjernija i hrapavija. Takvi zaključci potvrđeni su SEM snimkama i svakako su doprinos povećanju hidrofилности površine ispitivanje tkanine, samim time i boljem vezanju molekula bojila na dostupne funkcionalne skupine celuloze.

Obradama liocelnih tkanina srebrovim nitratom različitih koncentracija utvrđeno je da se bolja antibakterijska učinkovitost postiže nižom koncentracijom 0,1 M otopine AgNO₃ gdje dolazi do redukcije 73,43 % *Escherichia coli*, te 55,82 % *Staphylococcus aureus*, u vremenu inkubacije 18 h; SEM snimke potvrđuju učinkovitost provedenih obrada. Ovakve obrade mogu voditi ka optimiranju procesa bojadisanja, gdje se predobradom površine plazmom uz kisik i argon može postići bolje iscrpljenje bojila (do 90 %), time i bolje obojenje tkanine, što svakako pridonosi ekološkim i energetskim zahtjevima koji se postavljaju na procese tekstilne tehnologije.

Temeljem dobivenih rezultata vidljivo je da postoji potreba nastavka istraživanja kako bi se postignuta funkcionalna svojstva učinila trajnijima tijekom primjene i održavanja, a što bi bila dobra osnova za praktičnu primjenu obrada plazmom kako u svrhu ciljane modifikacije svojstava, tako i predobrade u svrhu pospješivanja neke druge fizikalno-kemijske obrade.

Literatura

- [1] Fakin, D.; Ojstršek, A.; Benković S. Č.: The impact of corona modified fibres' chemical changes on wool dyeing, *Journal of materials processing technology*, **209** (2009), 584–589, ISSN 0924-0136.
- [2] Ercegović Ražić S. et al.: Application of AFM for Identification of Fibre Surface Changes After Plasma Treatments, *Materials Technology* **26** (2011) 3, 146-152, ISSN 10466-7857.
- [3] Onsuratoom, S. et al: Silver Loading on DBD Plasma-Modified Woven PET Surface for Antimicrobial Property Improvement, *Plasma Chem Plasma Process*, **30** (2010), 191-206, ISSN 0272-4324.
- [4] Gorjanc, M. et al: CF₄ Plasma and Silver Functionalized Cotton, *Textile Research Journal*, **80** (2010) 20, 2204-2213, ISSN 0040-5175.
- [5] Ercegović Ražić, S. et al: Antimicrobial modification of cellulose fabrics using low-pressure plasma and silver compounds, *Tekstil*, **60** (2011.) 9, 413-440, ISSN 0492-5882.

Zahvala

Rad je financiran sredstvima bilateralnog (HR-SLO) projekta *Modification of textiles by plasma and nanoparticles for development of protective and healthcare textiles*, voditeljica doc. S. Ercegović Ražić i doc. M. Gorjanc (2014-2015), te sredstvima Potpore istraživanju *Poboljšanje adhezije između matrice i celuloznih ojačala u biokompozitnim materijalima primjenom hladne plazme*, odobrene od Sveučilišta u Zagrebu i dodijeljene za 2014., voditeljice doc. S. Ercegović Ražić. Autori zahvaljuju kolegici Zorani Kovačević, dipl. inž. na provedenoj analizi površine liocelnih vlakana primjenom SEM mikroskopa.

Autori:

Doc. dr. sc. SANJA ERCEGOVIĆ RAŽIĆ; Doc. dr. sc. ANA SUTLOVIĆ; Jelena PERAN & Nikolina DRAKULA
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10 000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 3712 523 Fax: +(385) (1) 3712 599 E-mail: sanja.ercegovic@ttf.hr;
+(385) (1) 4877 365 ana.sutlovic@ttf.hr

Ivan KOSALEC
Sveučilište u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijski fakultet
Ulica Ante Kovačića 1 i Schrottova 39/I.kat, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 6394 492 Fax: +(385) (1) 6394 494 E-mail: ikosalec@pharma.hr

FOSFORESCENTNI OTISCI NA SJENILIMA LAMPI INSPIRIRANI DJELIMA GUNTE STÖLZL

PHOSPHORESCENT PRINTED PATTERNS ON LAMP SHADES INSPIRED BY THE WORKS OF GUNTA STÖLZL

Antonela FULIR; Ana SUTLOVIĆ & Anita TARBUK

Sažetak: Tijekom stoljeća razvile su se mnoge tehnike tekstilnog tiska kojima se može ostaviti „otisak“ umjetničkog izražaja. Najjednostavniji način ukrašavanja tkanina ipak predstavlja najstarija tehnika, sitotisak, koju je moguće izvesti ručno, dok su brojne tehnike danas u potpunosti automatizirane. Ovaj je rad upravo spoj kreativnog čina, određenog znanja i želje za eksperimentiranjem. Bazira se na ideji da se prema izrađenom uzorku u tehnici kolaža, inspiriranom djelom umjetnice Gunte Stölzl, izradi sjenilo za lampu. To je zahtijevalo određene procese – obradu tkanine protiv gorenja zbog izlaganja toplini, izbor optimalne koncentracije fosforescentnog bojila kako bi se postigao željeni učinak u mraku, izradu šablona te izradu samog sjenila za lampu. Željeni učinci u tekstilnom tisku postignuti su kombiniranjem transparentne i pokrivne tiskarske paste uz dodatak pigmentnih bojila. Optimirana je koncentracija fosforescentnog pigmenta kako bi se tiskanjem transparentnom pastom dobili fosforescentni otisci na sjenilima lampe noću, a na danjem svjetlu bili bijele boje.

Abstract: Over the centuries, many techniques of textile printing have been developed, which can leave a "footprint" of artistic expression. The simplest way of decorating fabric still represents the oldest technique – screen printing, which can be performed manually, whilst other techniques are fully automated today. This research is joining the creative art, a certain knowledge and desire for experimentation. It is based on the idea of making lampshades inspired by the work of artist Gunta Stölzl. It required specific processes - fabric flame retardancy due to heat exposure, selection of the optimum concentration of phosphorescent dyes in order to achieve the desired effect in the dark, making the printing screens and finally, making the lampshades. The desired effects in the textile printing have been achieved by combining transparent and white printing paste with the addition of pigments. The concentration of phosphorescent pigment into transparent printing paste was optimized in order to get phosphorescent prints on the lampshades in the night, whilst they are white in daylight.

Ključne riječi: tekstilni tisak, pigmentni tisak, fosforescencija, obrada protiv gorenja, Gunta Stölzl.

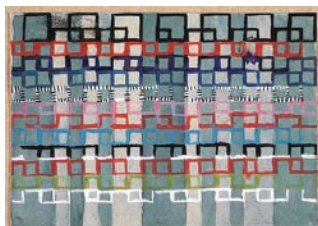
Keywords: textile printing, pigment printing, phosphorescence, flame retardancy, Gunta Stölzl.

1. Uvod

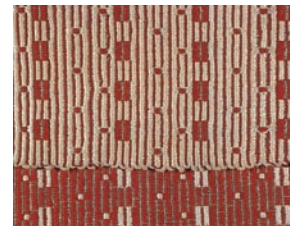
Gunta Stölzl, inovativna i utjecajna tekstilna dizajnerica, svoj je put započela 1919. godine kao studentica u Bauhausu, školi za arhitekturu i primijenjenu umjetnost u Weimaru. Inspirirale su ju Kleeove strasti prema boji i formi i Kandinskijeve ideje o apstrakciji. Istražujući te principe, Stölzl je tkalačku radionicu vodila od individualnog, umjetničkog i dekorativnog tkanja prema proizvodnji inovativnog, apstraktnog i geometrijskog tekstila za kućne i industrijske potrebe. Tamo je, kao jednina žena, magistra, napravila velike promjene u području tkanja - individualna slikarska djela pretočila je u moderni industrijski dizajn i tako tkalačku radionicu učinila najprofitabilnijom radionicom u Bauhausu [1, 2]. Upravo je dizajn za tepih umjetnice Gunte Stölzl, Bauhaus, Weimar, 1923. [1, 2] bio inspiracija za dizajn sjenila za lampu (slika 1).



a.



b.



c.

Slika 1: Djela umjetnice Gunte Stölzl [1, 2]: a. dizajn za tepih, 1923.; b. dizajn za vunenu Jacquard tkaninu, 1927.; c. zidna obloga, 1939.

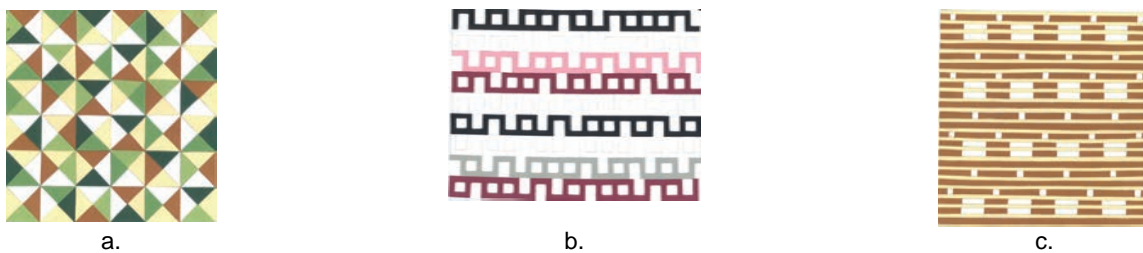
2. Eksperimentalni dio

Eksperimentalni dio rada proveden je u sljedećim fazama: 1. izrada uzorka u tehnici kolaža prema inspiraciji; 2. obrada protiv gorenja; 3. priprema tiskarskih pasta; 4. ispitivanje utjecaja koncentracije fosforescentnog bojila, vremena osvjetljivanja uzoraka i vremena od gašenja žarulje na efekt fosforescencije; 5. izrada tkanina za sjenila lampi [3, 4].

Eksperimenti dio rada proveden je na tkanini sirovinskog sastava pamuk/PES 50/50, optički bijeljena u industriji, površinske mase 280 g/m², gustoće niti 38,5/28 trgovačkog naziva „Murter“

2.1 Izrada uzorka u tehnici kolaža prema inspiraciji

Prema izrađenom uzorku u tehnici kolaža (slika 2a) izrađeno je sjenilo za lampu, što je zahtijevalo određene procese – obradu tkanine protiv gorenja zbog izlaganja toplini, izbor optimalne koncentracije fosforescentnog bojila kako bi se postigao željeni učinak u mraku, izrada šablona za pojedini efekt te konačno, izradu samog sjenila za lampu.



Slika 2: Izrada uzorka u tehnici kolaža inspiriranih djelima Gunte Stölzl [2]

2.2 Obrada protiv gorenja

Tkanina je obrađena protiv gorenja klasičnom organofosfornom apreturom sastava: 400 g/l Pyrovatex CP neu (CIBA) - organofosforni spoj, 70 g/l Knittex 7636 - umreživač, 24 g/l H₃PO₄ (80 %) – katalizator, 1 g/l Kemonecer NI - sredstvo za kvašenje; impregniranjem na fularu uz EC 80 %, te sušenjem 2 min na 110 °C i kondenzacijom 4,5 min na 155 °C. Ponašanje obrađene tkanine pri gorenju ispitano je određenjem graničnog indeksa kisika (Limiting Oxygen Indeks, LOI) prema normi EN ISO 4589-1:1996 *Plastika – Ponašanje pri gorenju - Određivanje indeksa kisika – 1. dio: Smjernice*; EN ISO 4589-2:1999/A1 - *Plastika – Ponašanje pri gorenju - Određivanje indeksa kisika – 2. dio: Ispitivanje pri sobnoj temperaturi*. U skladu s normom, prethodno mjerenju LOI, uzorci su 1x oprani prema ISO 6330:2000 – *Textiles – Domestic washing and drying procedures for textile testing* i kondicionirani 24 sata u prostoru standardne atmosfere (T = 65 ± 2°C, H_r = 65 ± 2%).

2.3 Priprema tiskarskih pasta

Nakon predobrade optimiran je sastav tiskarskih pasta kako bi se subjektivnom procjenom postigli željeni tonovi boja, prema predlošku izrađenom u kolaž tehnici slika 2a. Korištene su tiskarske paste na vodenoj osnovi i pigmentna bojila proizvođača CHT-BEZEMA (tablica 1). Nakon tiska uzorci su osušeni te fiksirani na 150°C u vremenu od 3 minute.

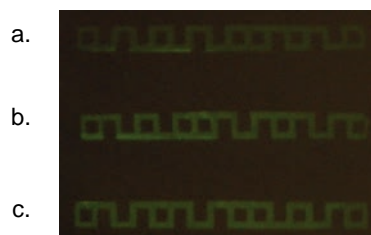
Tablica 1: Naziv, sastav i uzorci tiskarskih pasta (t.p.)

žuta t.p.	smeđa t.p.	tamnozeleno-zelena t.p.	zelena t.p.	svijetlozeleno-zelena t.p.
100 g Printperfekt Blanc 450 0,5 g Bezaprint Gelb RR	100 g Printperfekt 226 – 3 5 g Bezaprint Orange RG 3 g Bezaprint Gelb RR	100 g Printperfekt 226 – 3 5 g Colormatch 400 Gruen 3 g Bezaprint Blau RT	90 g Printperfekt 226 – 3 10 g Printperfekt Blanc 450 2 g Colormatch 400 Gruen 2 g Bezaprint Gelb RR	70 g Printperfekt 226 – 3 30 g Printperfekt Blanc 450 0,5 g Colormatch 400 Gruen 1 g Bezaprint Gelb RR

2.4 Optimiranje efekta fosforescencije

Optimirana je koncentracija fosforescentnog pigmenta kako bi se tiskanjem transparentnom pastom dobili fosforescentni otisci na sjenilima lampe noću, a na danjem svjetlu bili bijele boje.

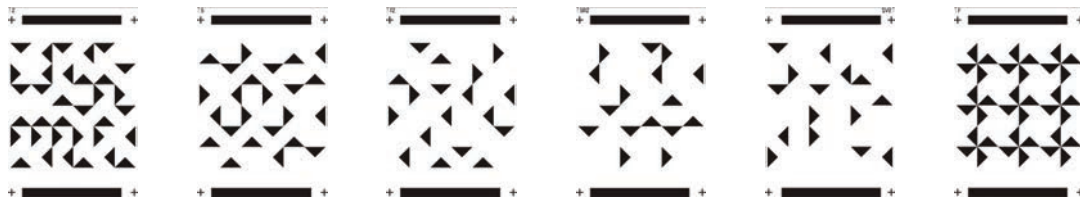
Proveden je tisak na tkanine transparentnom pigmentnom pastom sa četiri koncentracije fosforescentnog pigmenta (Colormatch PH 451 Green): 1, 1.5, 2 i 4 g/100 g tiskarske paste. Cilj je bio dobiti koncentraciju kojom će se postići željeni efekt na uzorku u mraku – fenomen fosforescencije, koji će istovremeno zadržati svoj bijeli ton na danjem svjetlu. Uzorak dobiven tiskom transparentnom pigmentnom pastom koncentracije fosforescentnog bojila 4 g/100 g tiskarske paste odmah je eliminiran kao mogućnost realizacije željenog uzorka. Naime, efekt fosforescencije koji postiže u mraku je izuzetan, ali već na danjem svjetlu poprima zelenkast ton zbog prezasićenosti i time narušava vizualni dojam cjelokupnog uzorka. Izbor koncentracije fosforescentnog pigmenta napravljen je subjektivnom ocjenom zbog specifičnosti osvjetljivanja s naličja tkanine simuliranjem realnih uvjeta. Tkanine s uzorcima izlagane su zračenju volframove žarulje, 100 W, u vremenskim periodima – 0, 5, 10, 30 i 60 min. Kao konačan i optimalan rezultat izabrana je tiskarska pasta koncentracije fosforescentnog bojila 2 g/100 g tiskarske paste (slika 3) zato što se njome može postići željeni bijeli efekt na danjem svjetlu, kao što je zamišljeno i izrađeno na uzorku u tehnici kolaža.



Slika 3: Otisak gradijenta koncentracije pastama koncentracije fosforescentnog pigmenta: a. 1 g / 100 g tiskarske paste; b. 1.5 g / 100 g tiskarske paste i c. 2 g / 100 g tiskarske paste, nakon izlaganja zračenju volframove žarulje jačine 100 W, s naličja tkanine u vremenu od 5 min

2.5 Izrada tkanina za sjenila lampi

S ciljem izrade sjenila lampi, uzorak (slika 2a) razrađen je po efektima (slika 4) te je izrađeno 6 šablona. Za izradu šablone ravnomjerno je s unutarnje i vanjske strane sita nanoseno 100 g fotoemulzije (Fotecoat 1915 WR) u koju je dodano 0,15 g senzibilizatora za svjetlo (Sensitizer Fotecoat) te osušeno u mraku na temp. 30 - 40 °C. Vrijeme osvjetljivanja iznosilo je 2 minute.

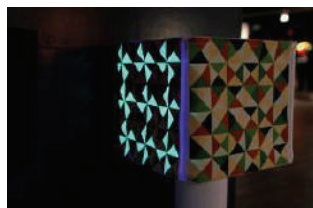


Slika 4: Razrada uzorka po efektima

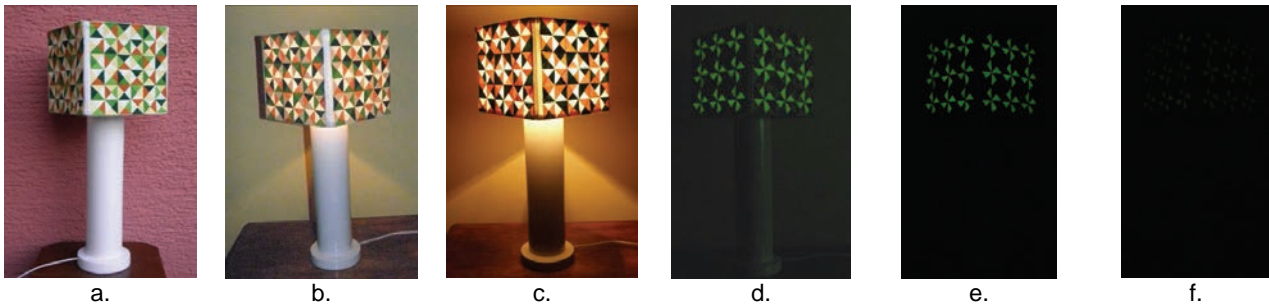
Nakon tiska tiskarskim pastama opisanim u odjeljcima 2.4 i 2.5, uzorci su osušeni te fiksirani u rasteznom sušioniku Benz na 150 °C u vremenu od 3 minute.

3. Rezultati i rasprava

Od pripremljenih tkanina izrađeno je sjenilo za lampu prikazano na slikama 5 i 6.



Slika 5: Realizirana lampa



Slika 6: Izgled lampe u ovisnosti o osvjetljenju: a. na dnevnom svjetlu, bez upaljene žarulje; b. na dnevnom svjetlu, s upaljenom žaruljom; c. u mračnoj prostoriji, s upaljenom žaruljom; d. u polumračnoj prostoriji, nakon 5 minuta osvjetljivanja; e. u mračnoj prostoriji, nakon 5 minuta osvjetljivanja; f. uvjeti pod e. 10 minuta nakon gašenja žarulje

Na dnevnom svjetlu, bez upaljene žarulje (slika 6a), uočava se da je uzorak na sjenilu lampe tiskan i izrađen baš kao uzorak izrađen u tehnici kolaža (slika 2a) – od geometrije iskrojenog sjenila i geometrije motiva do tonova boje tiskarskih pasta koji gotovo savršeno odgovaraju onima s kolaža. Kada je na dnevnom svjetlu žarulja upaljena (slika 6b), na sjenilu lampe kroz određene trokute koji čine uzorak - bijele, odnosno fosforescentne, svjetlost jače prodire, oni djeluju istaknuto te se polako nazire motiv vjetrenjača koji tvore, što je bio i cilj pri izradi uzorka. U mračnoj prostoriji s upaljenom žaruljom (slika 6c) sjenilo lampe poprima potpuno drukčiji izgled. U ovim se uvjetima najbolje vidi igra boje i svjetlosti – tamniji efekti uzorka padaju u drugi plan, dok kroz bijeli efekt prodire svjetlost i stvara novi glavni motiv uzorka – motiv vjetrenjača. Kad nakon određenog vremena osvjetljivanja ugasimo žarulju, u mračnoj prostoriji (slike 6d i 6e) bijeli efekt s uzorka poprima svojstvo fosforescencije i svijetli u mraku u obliku spomenutih vjetrenjača, koje su sada najuočljivije, dok efekti u boji nisu vidljivi. Na ovaj način sjenilo dobiva dekorativnu ulogu i u mraku, kojeg pritom čini zanimljivim. Određeno vrijeme nakon gašenja žarulje, bijeli efekt gubi svojstvo fosforescencije (slika 6f). Koliko će dugo svijetliti u mraku ovisi o vremenu osvjetljivanja. Fosforescencija najčešće traje nekoliko sekundi do nekoliko minuta.

4. Zaključak

Izrađeno sjenilo za lampu, kao dio rasvjetnog tijela, svaku prostoriju okupat će primjerenom svjetlošću. Stvorena je ambijentalna, naglašena i estetska rasvjeta koja svakom domu može pružiti poseban ugođaj i oplemeniti život u njemu. Izrađeno sjenilo, odnosno lampa, ima najprije funkcionalnu ulogu, no ovdje je ipak naglasak na onoj dekorativnoj. Naime, sjenilo je posebno zanimljivo jer ovisno o dobu dana, ambijentu, vremenu osvjetljivanja i vremenu od gašenja žarulje mijenja svoj izgled (slika 6).

Literatura

- [1] Dostupno na <http://www.guntastolzl.org/>, Pristupljeno: 2012-08-29
- [2] Dostupno na <http://www.stolz.com/?item=184-1&showPict=true>, Pristupljeno: 2012-08-29
- [3] Miles, L. W. C.: *Textile Printing*, Society of Dyers and Colourist, ISBN 0-901-956-570, Bradford (1994.)
- [4] Grancarić, A. M., Jakovljević, J. & Tarbuk, A.: The Fluorescence and Phosphorescence Superposed Effect on Cotton Fabrics, *Book of Papers of the 10th Congress of the International Colour Association AIC Colour 2005*, Romero, J. (ur.). University of Granada, Granada, Spain, (2005), str. 1163-1166.

Autori:

Antonela FULIR, mag. ing.; Doc. dr. sc. Ana SUTLOVIĆ; Doc. dr. sc. Anita TARBUK
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: +385 1 48 77 365 Fax: +385 1 48 77 354
+385 1 48 77 358

E-mail: ana.sutlovic@tff.hr
anita.tarbuk@tff.hr

BUDUĆNOST MASKIRNE VOJNE ODORE U 21. STOLJEĆU

FUTURE OF CAMOUFLAGE MILITARY UNIFORM IN THE 21ST CENTURY

Martinia Ira GLOGAR; Ivana ŽILJAK STANIMIROVIĆ & Đurđica PARAC - OSTERMAN

Sažetak: U radu će se predstaviti dio istraživanja provedenih s ciljem definiranja spektralnih karakteristika boja u VIS i NIR području, s osvrtom na ulogu dizajna i nove metodologije temeljene na udjelu makro i mikro elemenata na maskirnom vojnom uzorku. Potrebno je naglasiti da se polako napušta tzv. digitalni uzorak i razvija se nova metodologija razbijanja plohe i imitiranja titrajućeg efekta prirode. Također, predstaviti će se i nova tehnologija INFRAREDESIGN[®], patentirana 2008. godine od strane tima znanstvenika na čelu s prof. dr. sc. Vilkom Žiljkom, kojom se uz postizanje dobrih kamuflažnih svojstava, u maskirni uzorak ugrađuje skriveni tekst, slika ili grafika koje nisu dostupne golom oku, a detektiraju se novom Z RGB kamerom. Ova tehnologija temelji se na kreiranju tzv. „boja blizanaca“ koje su odgovorne za čitanje skrivene poruke. INFRAREDESIGN[®] tehnologija ugradnje skrivene poruke u maskirni uzorak, pruža visoku razinu dodatne sigurnosti pripadnika vojnih snaga, te mogućnost brzog uvida u autentičnost pripadnosti vojnika određenoj naciji i vojnoj postrojbi.

Abstract: A part of research performed in order to define spectral characteristics of colours in VIS and NIR waveband will be presented, with a view of design influence and new design methodology based on partitions of macro and micro-elements in camouflage pattern. It has to be pointed out that future development of camouflage patterns has been slowly moving from digital patterns towards a new methodology of surface disruption by imitating the effect of moving and titration from the nature. A new technology INFRAREDESIGN[®] will also be presented, patented in 2008 by a group of scientists led by university professor Vilko Žiljak, PhD. Besides providing good camouflage properties, it as well processes a hidden text, image or graphic that are not available to the human naked eye but visible only in NIR waveband. This technology also implies creating of „Twin dyes“ which are responsible for reading the hidden messages. This allows marking and tagging individuals so, as to recognize one's own forces in battle activities, in unfavourable meteorological conditions or during rapid movements of formations in complex situations.

Cljučne riječi: kamuflaža, parametri boje, VIS, NIR, nove tehnologije, dizajn.

Keywords: camouflage, colour parameters, VIS, NIR, new technologies, design.

1. Uvod

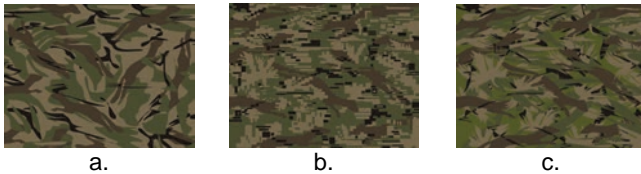
Sustavni programi razvoja opreme vojnika budućnosti, u Europi i svijetu, započinju negdje u prvoj polovici devedesetih godina 20. stoljeća [1]. Ubrzani razvoj tehnologije i informacijskih znanosti omogućuje razvoj visokosofisticiranih elektroničkih i digitalnih sustava koji se ugrađuju ne samo u bojnu i tehničku opremu već se elektronički elementi, tzv. pametni i elementi proširene stvarnosti ugrađuju i u tekstil namijenjen izradi visokofunkcionalne vojne odore. Osim navedenog, dva tradicionalna elementa koja i dalje zadržavaju prva mjesta na listi važnosti za postizanje visoke funkcionalnosti vojne odore, su uzorak i boja kao nosioci jednog od najvažnijih svojstava funkcionalnosti, a to je svojstvo maskirnosti. Sustavni programski razvoj odore budućnosti podrazumijeva značajan znanstvenoistraživački rad koji se ulaže u ispitivanja izbora bojila kao i spektralnih karakteristika boja u vidljivom i blisko infracrvenom području, s ciljem definiranja optimalnih maskirnih svojstava. Također, i u području dizajna, napušta se tradicionalni pristup temeljen na intuiciji i estetici, već je to složeni proces temeljen na znanstvenoistraživačkim studijama prikaza prirode, statistikama udjela pojedine boje na specifičnom terenu, studijama odnosa teksture i refleksije te studijama vizualne percepcije i psihologije. Razvija se nova metodologija efektivnog maskirnog dizajna koja se temelji na definiranju udjela mikro i makro elemenata na maskirnom vojnom uzorku, kako bi se postigao ne samo maskirni efekt već i efekt pokreta, titraja i disperzije, specifičan za prirodno okruženje. Upravo na temelju ovakvih razmatranja, u sklopu projekta i suradnje Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta i Hrvatske vojske te Ministarstva obrane Republike Hrvatske, provedena su ispitivanja odnosa boje i elemenata uzorka, te ispitivanja spektralnih karakteristika boja. U tu svrhu izrađena su dva originalna dizajna maskirnih uzoraka za područje kontinentalne šume, čija će analiza biti prikazan u ovom radu [1-3].

Također, u radu je predstavljena nova tehnologija INFRAREDESIGN[®], patentirana 2008. godine od strane tima znanstvenika na čelu s prof. dr. sc. Vilkom Žiljkom. Navedenom tehnologijom ne samo da se postiže dobra kamuflaža vojne odore, objekata, opreme i dr. već se u maskirni uzorak ugrađuje skriveni tekst, slika ili

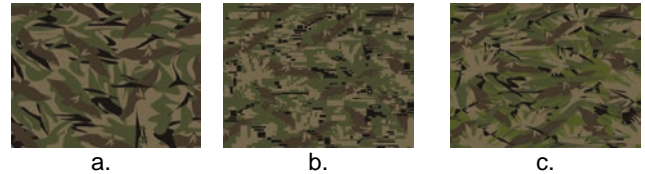
grafika koje nisu dostupne golom oku, a detektiraju se novom Z RGB kamerom. Ova tehnologija temelji se na kreiranju tzv. „boja blizanaca“ koje imaju jednake RGB vrijednosti za vidljivi spektar, a različite Z vrijednosti za bliski infracrveni (NIR) spektar, te omogućuju čitanje skrivene poruke [4-7].

2. Eksperimentalni dio

U prvom dijelu eksperimentalnog rada prikazat će se kratka analiza za dva maskirna uzorka originalnog dizajna, od kojih je svaki izrađen u tri varijacije. Izbor, spektralne karakteristike i udio boja korištenih u dizajnu uzoraka definirane su prema CIE sustavu i u skladu su sa zahtjevima standarda HV-a i NATO-a za područje kontinentalne šume. Maskirni uzorci prikazani su na Slikama 1 i 2. CIE (L^* , C^* , h^* , a^* , b^*) vrijednosti prikazane su u tablici 1, a spektralne karakteristike boja u VIS i NIR području prikazane su na slici 3.



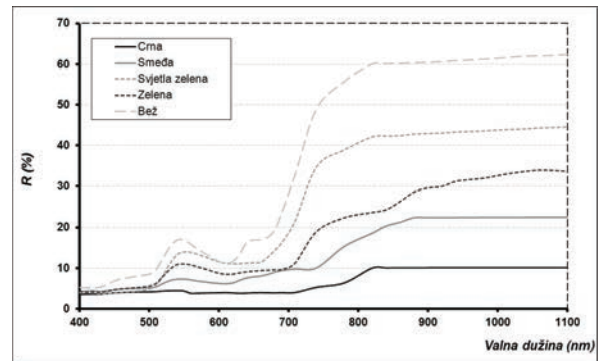
Slika 1: Uzorak 1 s kunom: a. tradicionalna varijacija; b. digitalna varijacija; c. varijacija s većim udjelom mikro elemenata i dodatkom još jedne boje.



Slika 2: Uzorak 2 s bjeloglavim supom: a. tradicionalna varijacija; b. digitalna varijacija; c. varijacija s većim udjelom mikro elemenata i dodatkom još jedne boje.

Tablica 1: Karakteristike boja korištenih u dizajnu uzoraka, prema CIE sustavu

Boja	L^*	a^*	b^*	C^*	h^*
Bež	44,05	1,96	16,45	16,57	83,2
Crna	18,48	0,11	-1,17	1,17	75,62
Smeđa	28,75	7,15	12,24	14,17	59,72
Zelena	34,48	-5,94	12,52	13,86	115,36



Slika 3: Remisijske karakteristike boja u VIS i NIR spektru

Metodom fotomodeliranja, odnosno interpolacije maskirnog uzorka u scenu prirodnog okruženja hrvatske šume, napravljena je usporedba svih varijacija za oba uzorka (slika 4).

U drugom dijelu eksperimentalnog rada predstavljena je INFRAREDESIGN[®] tehnologija na primjeru vojne uniforme maskirnog uzorka za područje kontinentalne šume, sa skrivenom porukom.

U svrhu predstavljanja INFRAREDESIGN[®] tehnologije, u daljnjem radu uzorak 1c (slika 1c) izabran je za tisak na tekstilnom materijalu, koji je proveden tehnologijom tekstilnog InkJet tiska na digitalnom pisaču Hewlett packard designjet HP 5000. Metodom računalne interpolacije, i na temelju izbora tzv. „boja blizanaca“, u prikazani 1c uzorak skriven je prikaz hrvatskog grba kao skrivene poruke vidljive isključivo u NIR području na 1000 nm valne dužine (slika 5). Snimanje prikazane vojne odore u NIR području, provedeno je tzv. „Z-RGB“ kamerom (patentiranom također od strane znanstvenog tima predvođenog prof. dr. sc. Vilkom Žiljakom), koja bilježi apsorpciju svjetla na tzv. „Z“ vrijednosti, odnosno na 1000 nm valne dužine. Također, prikazan je izbor boja „blizanaca“ za dva zelena tona korištena u maskirnom uzorku, te su ispitane spektralne karakteristike zelenih „blizanaca“. Rezultati su prikazani grafički remisijskim krivuljama na slici 6.

3. Rezultati i diskusija

Prva varijacija dizajna prikazanog na slikama 1 i 2 (slike 1a i 2a), bliža je tradicionalnom udjelu makro elemenata i izrađena je u klasičnoj shemi od 4 osnovne boje standardne za šumsko okruženje – zelena, smeđa, bež i crna. Karakteristični elementi korišteni u dizajnu su stilizirani oblici kune i bjeloglavog supa, koji su dio hrvatske prirodne baštine. Druga varijacija (slika 1b i 2b) je isti uzorak ali u formi digitalnog dizajna, s tzv. pikseliranom konturom. Uzorci 1c i 2c, razlikuje se od originala (uzorci 1a i 2a) dodatkom još jedne boje – svijetlozelene i dodatkom još jednog elementa dizajna – stilizirane forme hrastovog lista koji također pripada hrvatskoj prirodnoj baštini. Time je statička forma originalnog uzorka „a“ razbijena u manje elemente dizajna te je postignut boji omjer makro i mikro elemenata. Dobivena je dinamična forma koja imitira titraje, pokret i disperziju obojenih elemenata, karakteristično za prirodno okruženje šume. Također, kod uzoraka 1c i 2c napravljeno je odstupanje od standardnom propisanih udjela pojedine boje u maskirnom uzorku. Udio bež boje je 23 %, a udio zelene (tamnozeleno i svijetlozelene zajedno) je 41 %. Udio smeđe i crne je

smanjen u odnosu na preporučeni, tako da je udio smeđe u uzroku 30 %, a crne svega 8 %. Naime, prema standardima NATO–a, udio crne boje u klasičnom maskirnom uzroku danas se smanjuje, zbog visokog stupnja vidljivosti i promatračevim okom i modernim optičkim elementima te prilikom snimanja uređajima za noćno nadgledanje koji snimaju u IR području, izaziva prevelike i neprirodne kontraste.

Metodom fotomodeliranja, odnosno interpolacije maskirnog uzorka u scenu prirodnog okruženja hrvatske šume, napravljena je usporedba svih varijacija za oba uzorka (slika 4).



Slika 4: Interpolacija uzoraka 1 i 2 u prirodnom okruženju: a. Interpolacija uzoraka 1a/b i 2a/b; b. Interpolacija uzoraka 1a/c i 2a/c



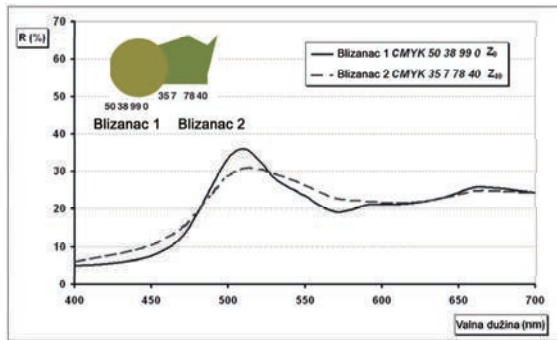
Slika 5: Prikaz vojne uniforme sa skrivenom porukom: a. prikaz u VIS području (maskirni uzorak); b. prikaz u NIR području na 1000 nm valne dužine (vidi se skrivena poruka nevidljiva oku u VIS području).

Na slici 4 prikazana je interpolacija uzoraka 1a/b i 2a/b u prirodno okruženje hrvatske šume. U području terena tla (donji dio fotografije) digitalni uzorak daje bolje rezultate uklopljenosti u prirodno okruženje. U području same šume (stabla i krošnje – gornji dio fotografije), također se uočava boji efekt uklopljenosti za digitalni uzorak. U sljedećem koraku uzorci 1a i 2a (uzorci izrađeni u klasičnoj shemi sa standardnim elementima dizajna i paletom boja) uspoređeni su s uzorcima 1c i 2c (uzorci s većim udjelom mikro elemenata). Uočava se da je i u ovoj usporedbi puno bolji efekt uklopljenosti u prirodno okruženje dobiveno za uzorke 1c i 2c, koji su izrađeni po principu nove metodologije udjela makro i mikro elemenata u maskirnom uzorku. U daljnjem radu, predstavljen je koncept INFRAREDESIGN[®] tehnologije [8-13]. Na slici 5a/b prikazan je maskirni uzorak vojne uniforme sa skrivenom porukom. Navedenom tehnologijom ne samo da se postiže dobra kamuflaža vojne odore, objekata, opreme i dr. već se u maskirni uzorak ugrađuje skriveni tekst, slika ili grafika koje nisu dostupne golom oku, a detektiraju se novom Z RGB kamerom. Ova tehnologija temelji se na kreiranju tzv. „boja blizanaca“ koje imaju jednake RGB vrijednosti za vidljivi spektar, a različite Z vrijednosti za bliski infracrveni (NIR) spektar. Upravo tzv. „boje blizanci“, zbog svoje karakteristike različitog odaziva u bliskom infracrvenom području, omogućuju čitanje skrivene poruke.

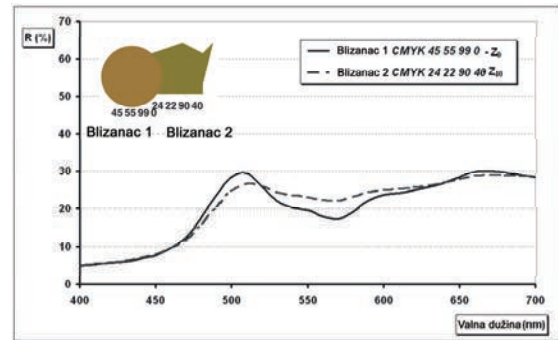
Na slici 6a i 6b prikazane su spektralne karakteristike „boja blizanaca“, grafičkim prikazom remisijskih krivulja. Na temelju sličnosti remisijskih krivulja „boja blizanaca“ za oba ispitana zelena tona, može se očekivati da će vrijednost ukupne razlike u boji (CIE dE) biti u granicama dopuštenih tolerancija, čime se potvrđuje uvjet remisijske jednakosti „boja blizanaca“ u vidljivom dijelu spektra (VIS). Na oba grafa prikazane su po dvije remisijske krivulje, označene kao Z_0 i Z_{40} . Z_0 je „Blizanac 1“ koji nema odaziva u NIR području na valnoj dužini 1000 nm, a Z_{40} je „Blizanac 2“, skriveni blizanac s podudarajućim spektralnim karakteristikama u vidljivom dijelu spektra (400 – 700 nm) ali i s odgovorom, odnosno vidljivošću na 1000 nm (NIR spektar). S obzirom da je korištena tehnologija InkJet tekstilnog tiska, prikazani tonovi proizvedeni su određenim udjelima CMYK procesnih boja. Različite karakteristike „blizanaca“ u NIR području postižu se upravo različitim udjelima procesnih boja i izostankom crne boje u postizanju tona „Blizanca 1“. „Blizanac 2“ proizveden je s dodatkom crne, četvrte procesne boje u udjelu 40 %. Skrivena informacija otisnuta Z_{40} „blizancem“ okružena je u uzorku sa Z_0 „blizancem“ vidljivim u VIS spektru ali koji nema odaziva u NIR spektru (na 1000 nm). U vidljivom spektru Z_0 i Z_{40} boje moraju imati ujednačene spektralne karakteristike kako bi se osigurala „nevidljivost“ skrivenog „Blizanca“ Z_{40} u vidljivom spektru.

Nakon definiranja i izbora „boja blizanaca“ i otiska na tekstilnom materijalu, provodi se spektrofotometrijsko mjerenje u svrhu utvrđivanja spektralnih karakteristika i CIE parametara boje.

Miješanje, odnosno definirani udijeli procesnih boja za postizanje raznih tonova i njihovih „blizanaca“ kompleksan je, dugotrajan iterativni proces u kojemu se za svaki ton, ali i za svaku tehnologiju tiska, materijal i uzorak provodi novi proračun. Stoga je nemoguće dobiti savršeno poklapanje remisijskih krivulja u vidljivom spektru, ali cilj je postići što je moguće veće poklapanje s razlikom u boji unutar granica tolerancije.



a.



b.

Slika 6a/b: Remisijske krivulje „boja blizanaca“ za dva zelena tona korištena u izradi maskirnog uzorka 1c.

4. Zaključak

Nova metodologija izrade maskirnih uzoraka koja se temelji na određenom udjelu makro i mikro elemenata osigurava postizanje dinamičkih uzoraka koji svojom razbijenom formom i nejasnim granicama između elemenata dizajna osiguravaju ometajući efekt i efekt disperzije, dinamike i titraja karakterističan za prirodno okruženje. Za postizanje zadovoljavajućih maskirnih svojstava potrebno je osigurati kompatibilnost boja i oblika s prirodnim okruženjem. INFRAREDESIGN[®] tehnologija ugradnje skrivene poruke u maskirni uzorak, pruža visoku razinu dodatne sigurnosti pripadnika vojnih snaga, te mogućnost brzog uvida u autentičnost pripadnosti vojnika određenoj naciji i vojnoj postrojbi. U prilog značajnosti navedene tehnologije i mogućnosti koje pruža, govori i veliki interes o uporabi INFRAREDESIGN[®] tehnologije, iskazan od strane Hrvatske vojske. Dvadeset prvo stoljeće donosi sve veće zahtjeve za funkcionalnost i sofisticiranost vojne odore. Sustavni programski razvoj odore budućnosti podrazumijeva značajan znanstvenoistraživački rad koji se ulaže i u tehnologiju izrade, ali i u dizajn, te se sve više tzv. pametnih i elemenata proširene stvarnosti ugrađuju u tekstil namijenjen izradi visokofunkcionalne vojne odore.

Literatura

- [1] Toet, A. & Hogervorst, M. A.: Urban Camouflage Assessment through Visual Search and Computational Saliency, *Optical Engineering*, **52** (2013) 4, pp. 041103-1 - 041103-8, ISSN 1560-2303
- [2] Baumbach, J.: Colour and Pattern Composition to Blend Objects into a Natural Environment, *The Proceedings of Colour - Effects and Affects, Interim Meeting of the International Colour Association*, Bergström, B. (Ed.), ISSN 0280-2198, Stockholm Sweden, June 2008, Stockholm, (2008)
- [3] Glogar, M. I.; Žiljak Stanimirović, I. & Parac – Osterman, Đ.: The New Elements of Military Camouflage Design in VIS and NIR Spectrum, *Proceedings of XIIIth International Izmir Textile and Apparel Symposium*, IITAS, Kumbasar, E. Perrin Akcakoca ; Cay, Ahmet, et al. (Ed.), ISBN: 978-605-338-043-6, Turkey, April 2014, Izmir, (2014)
- [4] Ziljak, V.; Pap, K. & Ziljak, I.: CMYKIR Security Graphics Separation in the Infrared Area, *Infrared Physics and Technology*, **52** (2009) 2-3, pp. 62-69, ISSN 1350-4495
- [5] Ziljak, V.; Pap, K. & Ziljak, I.: Infrared Hidden CMYK Graphics, *The Imaging Science Journal*, **58** (2010) 1, pp. 20-27, ISSN 1368-2199
- [6] Pap, K.; Ziljak, I. & Ziljak Vujic, J.: Image Reproduction for near Infrared Spectrum and the Infraredesign Theory, *Journal of Imaging Science and Technology*, **54** (2010) 1, pp. 1-9, ISSN 1062-3701
- [7] Ziljak, V. et al: Managing dual colour properties with the Z - parameter in the visual and NIR spectrum, *Infrared Physics & Technology*, **55** (2012) 4, pp. 326-336, ISSN 1350-4495

Autori:

Izv. prof. dr. sc. Martinia Ira GLOGAR, Prof. dr. sc. Đurđica PARAC - OSTERMAN
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 48 77 365 Fax: +(385) (1) 48 77 355
+(385) (1) 48 77 359

E-mail: martinia.glogar@ttf.hr
Djurdjica.Parac.Osterman@ttf.hr

Doc. dr. sc. Ivana ŽILJAK STANIMIROVIĆ
Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet
Getaldićeva 2, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 23 71 080

Fax: +(385) (1) 23 71 077

E-mail: ivana.ziljak@grf.hr

SINTEZA I IDENTIFIKACIJA LIGANADA IZ REDA 2-HIDRAZINOBENZOTIAZOLNIH SCHIFFOVIH BAZA

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF 2-HIDRAZINOBENZOTHIAZOLE SCHIFF BASE LIGANDS

Robert KATAVA & Gordana PAVLOVIĆ

Sažetak: Spojevi s hidrazonskom funkcionalnom skupinom (-C=N-NH-) od velike su važnosti s obzirom na raznovrsnu potencijalnu primjenu. Njihova primjena istražena je u područjima organske, medicinske, koordinacijske i supramolekularne kemije, kemije bojila te farmaceutike. Poznato je da benzotiazolni heterocikl sam pokazuje biološku aktivnost. Primjerice, veže se na DNA molekule putem π - π interakcija te na taj način pokazuje biološka svojstva u vidu antitumorske, antibakterijske i antigljivične aktivnosti. Objedinjavanje hidrazonske i benzotiazolne strukturne komponente u jedinstven ligandni sustav može dovesti do novih sinergističkih efekata kako u strukturnom, tako i u elektronskom smislu i može dovesti do novih mogućih svojstava i primjena. Ovakvi ligandi imaju velik i raznolik koordinacijski potencijal sa stereokemijski pogodnim položajima donorskih atoma za koordiniranje metalnog iona: uz endociklički dušik, iminski i hidrazonski dušik i kisik hidroksilne skupine. U okviru ovog istraživanja priređeno je devet Schiffovih baza iz reda 2-hidrazinobenzotiazola opće formule (Bzt-NH-N=C-Ar; Bzt=benzotiazolil), od čega je šest novih spojeva. Spojevi su karakterizirani metodama IR spektroskopije te termogravimetrijskom metodom.

Abstract: The hydrazone functional group (-C=N-NH-) is of great importance given its potential diverse application. Its application ranges from organic, medicinal, coordination and supramolecular chemistry, chemistry of dyes and pharmaceuticals. It is known that the benzothiazole moiety exhibits biological activity. It is capable of binding to DNA molecules via π - π interactions and therefore can exhibit antitumor, antibacterial and antifungal activities. Combining hydrazone and benzothiazole structural components in a unique ligand system can lead to new synergistic effects in both structural and electronic context and therefore lead to new properties and applications. These ligands have vast and diverse coordination potential due to stereochemically suitable positions of donating atoms that coordinate the metal center, including: endocyclic nitrogen, imine and hydrazone nitrogen and oxygen of hydroxyl group. In the course of this research nine 2-hydrazinobenzothiazole Schiff base ligands of general formula (Bzt-NH-N=C-Ar; Bzt=benzothiazolyl) were prepared, six of them weren't previously reported. All compounds were characterized by IR spectroscopy and TGA measurements.

Ključne riječi: Schiffove baze, hidrazoni, benzotiazoli, biološka aktivnost.

Keywords: Schiff base ligands, hydrazones, benzothiazoles, biological activity.

1. Uvod

Spojevi s hidrazonskom (-C=N-NH-) funkcionalnom skupinom od velike su važnosti i pokazuju širok spektar primjene u područjima organske sinteze [1], medicinske kemije [2], koordinacijske kemije i supramolekularne kemije [3] te kemije bojila [4]. Jednostavna priprava koja često rezultira visokim iskorištenjem i čistoćom spojeva svakako je jedan od razloga njihove široke i raznovrsne primjene. Benzotiazoli i njihovi derivati, također, predstavljaju vrstu spojeva koji su poznati po svojoj raznovrsnoj farmakološkoj primjeni. Sposobni su vezati se na DNA molekule preko π - π interakcija te na taj način pokazivati biološka svojstva u vidu antitumorske, antibakterijske i antigljivične aktivnosti [5].

U okviru ovog istraživanja priređeni su hidrazonski derivati benzotiazola (Bzt-NH-N=C-Ar; Bzt=benzotiazolil) reakcijama 2-hidrazinobenzotiazola s odabranim aromatskim aldehidima s kojima tvore iminsku (C=N) vezu. Ovakav π -delokalizirani heterociklički ligandni sustav pokazuje mogućnost tautomerije i sadrži nekoliko funkcionaliziranih strukturnih komponenti kao što su benzotiazolni, hidrazonski i/ili iminski fragment. Te strukturne komponente su same po sebi opsežno opisane i izučavane, a imaju višestruku potencijalnu primjenu.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Materijali i metode

Komercijalno dostupne kemikalije: salicilaldehid, 2,3-dihidroksibenzaldehid, 2,4-dihidroksibenzaldehid, 2,5-dihidroksibenzaldehid, 3,4-dihidroksibenzaldehid, 2-hidroksi-1-naftaldehid, 2-metoksi-1-naftaldehid, 4-metoksi-1-naftaldehid, 6-metoksi-2-naftaldehid, 2-hidrazinobenzotiazol i etanol visoke čistoće su korišteni u sintezi liganada.

IR spektri su snimljeni na uređaju Perkin-Elmer Spectrum RX I tehnikom KBr pastile u području valnih brojeva $4500 - 400 \text{ cm}^{-1}$.

Tališta su određena uz pomoć Reichart Austria 7905 mikroskopa za određivanje tališta.

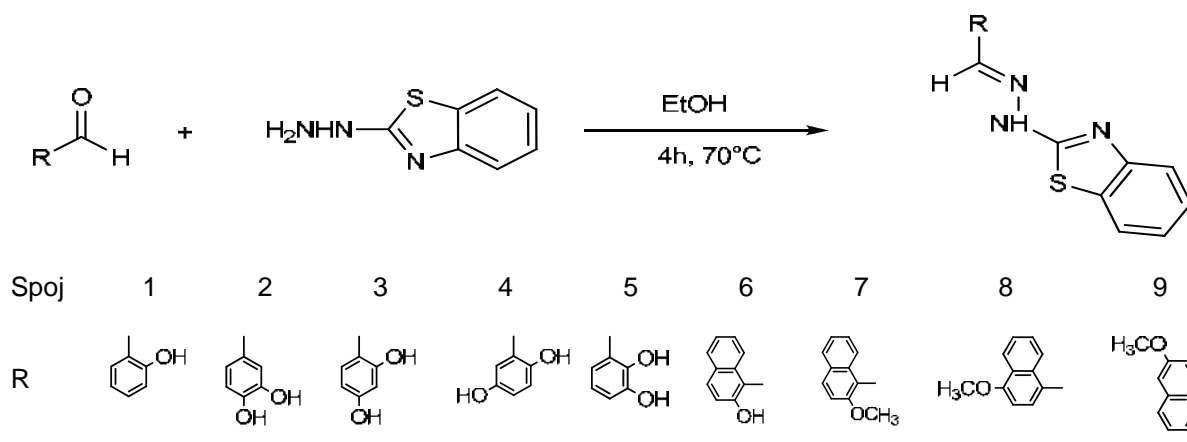
Termogravimetrijske analize provedene su na instrumentu Perkin-Elmer Pyris 1 TGA, pri čemu je korištena posudica od platine. Sva su mjerenja provedena u struji kisika, u temperaturnom području od 30 °C do 680 °C uz brzinu zagrijavanja 10 °C min^{-1} i mase uzorka $5 - 7 \text{ mg}$.

2.2 Sinteza liganada

Svi ligandi su priređeni na analogan način, kondenzacijskom reakcijom u stehiometrijskom omjeru reaktanata 1:1 iz 2-hidrazinobenzotiazola (3 mmol) i odgovarajućeg aromatskog aldehida (3 mmol) u etanolnoj otopini (30 mL). Reakcijska smjesa je zagrijavana uz povratno hlađenje 4 sata pri temperaturi od 70 °C . Produkti su profiltrirani uz sniženi tlak i višekratno isprani hladnim etanolom u malim porcijama.

3. Rezultati i rasprava

U okviru ovog istraživanja priređeno je devet Schiffovih baza 2-hidrazinobenzotiazola, od čega su tri prethodno opisana u literaturi (slika 1, spojevi 1 [6], 2 [6] i 6 [7]).



Slika 1: Shema sinteze priređenih 2-hidrazinobenzotiazola

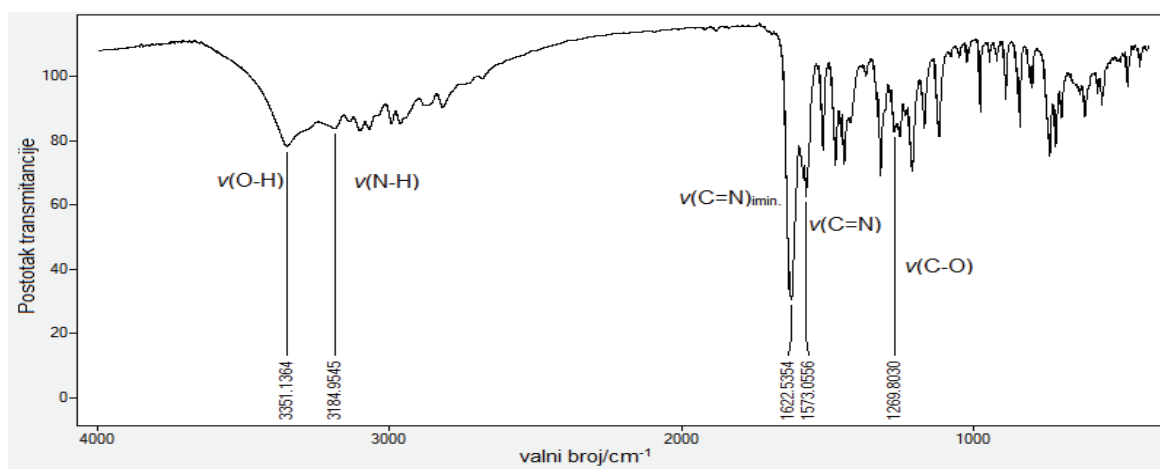
Svi spojevi su priređeni u dobrom do visokom iskorištenju ($50 - 93 \%$), a njihova tališta se kreću u području od 216 °C do 257 °C (tablica 1).

Nastajanje ovih spojeva kondenzacijskom reakcijom između aromatskih aldehida i 2-hidrazinobenzotiazola potvrđeno je promjenama u IR spektrima liganada u odnosu na IR spektre polaznih spojeva. U IR spektrima spojeva se uočava izostanak $\nu(\text{NH}_2)$ vrpce koja se u spektru 2-hidrazinobenzotiazolu nalazi pri 3319 cm^{-1} te izostanak $\nu(\text{C=O})$ koja se u aromatskim aldehydima nalazi u području između $1631 \text{ cm}^{-1} - 1679 \text{ cm}^{-1}$, a uočava se pojava intenzivne vrpce u području između $1603 - 1627 \text{ cm}^{-1}$ pripisana nastanku iminske veze $\nu(\text{C=N})$. U spektrima liganda također se uočava vrpca pripisana istezanju $\nu(\text{C=N})$ vrpce endocikličke veze benzotiazolnog prstena u području od $1560 - 1585 \text{ cm}^{-1}$. Ta vrpca se preklapa s vrpcom istezanja $\nu(\text{C=C})$ u aromatskom fragmentu. Kod spojeva koji su pripremljeni iz aromatskih aldehida supstituiranih hidroksilnim skupinama uočava se široka vrpca u području od 3351 cm^{-1} do 3469 cm^{-1} koja odgovara $\nu(\text{O-H})$ istezanju. Vrpca srednjeg intenziteta u području od 1268 cm^{-1} do 1288

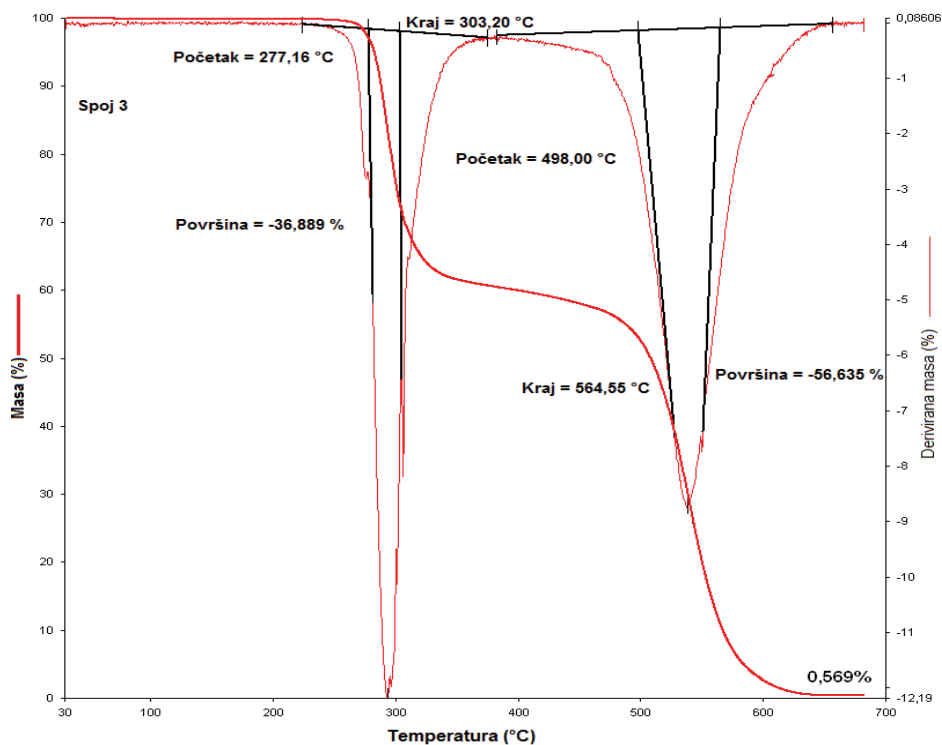
cm⁻¹ odgovara istezanju $\nu(\text{C-O})$ skupine. Slika 2 prikazuje IR spektar spoja 3 s izdvojenim karakterističnim vrpčama.

Tablica 1: Iskorištenja i tališta priređenih spojeva

Oznaka spoja	Naziv liganda	Boja	Iskorištenje (%)	t °C
1	2-hidroksibenzaldehid-(2-benzotiazolilhidrazon)	svijetložuta	93	233 - 235
2	3,4-dihidroksibenzaldehid-(2-benzotiazolilhidrazon)	smeđa	53	229 - 231
3	2,4-dihidroksibenzaldehid-(2-benzotiazolilhidrazon)	svijetložuta	62	243 - 245
4	2,5-dihidroksibenzaldehid-(2-benzotiazolilhidrazon)	žuta	90	255 - 257
5	2,3-dihidroksibenzaldehid-(2-benzotiazolilhidrazon)	svijetloružičasta	93	244 - 246
6	2-hidroksi-1-naftaldehid-(2-benzotiazolilhidrazon)	žuta	50	232 - 234
7	2-metoksi-1-naftaldehid-(2-benzotiazolilhidrazon)	žuta	85	216 - 218
8	4-metoksi-1-naftaldehid-(2-benzotiazolilhidrazon)	žuta	77	219 - 221
9	6-metoksi-2-naftaldehid-(2-benzotiazolilhidrazon)	svijetložuta	79	235 - 237



Slika 2: IR spektar spoja 3: 2,4-dihidroksibenzaldehid-(2-benzotiazolilhidrazon)



Slika 3: Termogram spoja 3: 2,4-dihidroksibenzaldehid-(2-benzotiazolilhidrazon)

Spojevi su podvrgnuti termogravimetrijskoj analizi u struji kisika. Svi ligandi se termički raspadaju u dva koraka. Primjer takvog raspada se može vidjeti na slici 3 na kojoj se nalazi termogram spoja 3 u struji kisika. Uspoređujući gubitke mase u postotcima s masenim udjelima fragmenata spojeva može se pretpostaviti da se priređeni spojevi raspadaju na benzotiazolilni i aromatski heterocikl koji se potom sukcesivno raspadaju na manje fragmente do potpunog gubitka mase. S obzirom na sukcesivni raspad nije moguće točno odrediti na koje fragmente se priređeni spojevi raspadaju u struji kisika.

4. Zaključak

U okviru ovog istraživanja priređeno je devet hidrazonskih derivata benzotiazola s odabranim aromatskim aldehidima s kojima tvore iminsku vezu (Bzt-NH-N=C-Ar; Bzt=benzotiazolil). Slični heterociklički spojevi pokazuju zamjetnu i raznovrsnu biološku aktivnost, pa će se novopriređeni hidrazonski derivati benzotiazola ponajprije ispitati s obzirom na njihovu potencijalnu biološku aktivnost.

S druge strane, koordinacijska kemija priređenih spojeva, bilo poznatih, bilo novopriređenih, nije dovoljno istražena. Uzimajući to u obzir, kao i značajan koordinacijski kapacitet tog razreda spojeva, oni će biti korišteni kao ligandi u sintezi kompleksa prijelaznih metala, posebice kobalta, željeza i cinka. Često kompleksni spojevi pokazuju bolju farmakološku aktivnost u odnosu na sam ligand. U tom kontekstu potencijalna biološka aktivnost pripremljenih koordinacijskih spojeva također će biti ispitana.

Naposlijetku, s obzirom da se radi o ekološki prihvatljivim metalima, potencijalna bojadisarska svojstva također će se detaljno istražiti.

Literatura

- [1] Kobayashi, S. et al: Catalytic Enantioselective Formation of C-C Bonds by Addition to Imines and Hydrazones: A Ten-Year Update, *Chemical Reviews*, **111** (2011), 2626–2704, ISSN 0009-2665
- [2] Vicini, P. et al: Hydrazones of 1,2-benzisothiazole hydrazides: synthesis, antimicrobial activity and QSAR investigations, *European Journal of Medicinal Chemistry*, **37** (2002), 553–564, ISSN 0223-5234
- [3] Lehn, J.-M.: Perspectives in Chemistry—Steps towards Complex Matter, *Angewandte Chemie International Edition*, **52** (2013), 2836–2850, ISSN 1433-7851
- [4] Raue, R. et al: Salt-free Synthesis of Azo and Hydrazone Dyes Under CO₂ Pressure, *Angewandte Chemie International Edition*, **30** (1991), 1643-1644, ISSN 0570-0833
- [5] Pavlović, G. et al: Synthesis and characterization of mercury(II) complexes with 2-styryl-1,3-benzothiazole (sb). Presence of two differently coordinated Hg(II) ions in the dinuclear complex Hg₂Cl₄(sb)₃. Structural characterization of 2-styryl-1,3-benzothiazole and some of its derivatives, *Polyhedron*, **24** (2007), 5162-5170, ISSN 0277-5387
- [6] Vanucci-Bacqué, C. et al: Synthesis, antioxidant and cytoprotective evaluation of potential antiatherogenic phenolic hydrazones. A structure–activity relationship insight, *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, **22** (2014), 4269-4276, ISSN 0968-0896
- [7] Patil, S. A. et al: Convenient and efficient Suzuki–Miyaura cross-coupling reactions catalyzed by palladium complexes containing N,N,O-tridentate ligands, *Tetrahedron*, **65** (2009), 2889-2897, ISSN 0040-4020

Zahvala

Autori žele zahvaliti doc. dr. sc. Sandri Flinčec Grgac na korištenju TGA uređaja, kao i pomoći prilikom rada na njemu, te izv. prof. dr. sc. Antoneti Tomljenović na savjetima prilikom uporabe mikroskopa s mogućnošću određivanja tališta.

Autori:

Robert KATAVA, mag. chem.
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: (+385) (1) 3712 525 Fax: (+385) (1) 3712 591

E-mail: robert.katava@ttf.hr

Prof. dr. sc. Gordana PAVLOVIĆ
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: (+385) (1) 3712 525 Fax: (+385) (1) 3712 591

E-mail: gordana.pavlovic@ttf.hr

SUSTAVI LOGIČKIH SKLOPOVA POKRETA U TEHNOLOŠKOM PROCESU ŠIVANJA

SYSTEMS OF LOGICAL SETS OF MOTIONS IN THE TECHNOLOGICAL SEWING PROCESS

Snježana KIRIN & Zvonko DRAGČEVIĆ

Sažetak: Prema strukturi izvođenja tehnološka operacija šivanja sastoji se od sljedećih zahvata: uzimanje izratka, međusobnog postavljanja, pozicioniranja, šivanja, ručnih zahvata tijekom prekida šivanja i odlaganja. Svaki tehnološki zahvat s obzirom na vrstu odjeće, položaj i funkciju šava u odjevnom predmetu, te obliku i duljini kontura šavova ima različitu mogućnost izvođenja. U radu je dat pregled potrebnih osnovnih pokreta sadržanim prema tehnološkim zahvatima u tehnološkoj operaciji šivanja. Prikazani su načini izvođenja mogućih pokreta uzimanja, ovisno o tomu izvode li se jednom rukom ili se koriste obje ruke, s jednog, dva ili tri svežnja, te o veličini izratka i duljini pokreta kojim se izradak prenosi, čime je utvrđeno devet načina izvođenja. Slijed osnovnih pokreta uzimanja predstavlja standardni sklop pokreta čime je detaljno opisan način izvođenja s pripadajućim vremenom koji se koristi u okviru MTM analize.

Abstract: The technological sewing process consists of the following sub-operations: taking the work-piece, placement, positioning, sewing, hand movements during the interruption of sewing and laying off. Each technological suboperation has another possibility of performing depending on garment type, seam position and function in the garment, form and length of the seam contour. The paper describes an overview of the basic motions according to technological suboperations in the technological sewing process. Here are presented the ways of performing motions depending on whether they are performed with one or both hands, from one, two or three bundles, and on the size of the work-piece and the length of the motion for carrying the work-piece. Thus, nine methods of execution are determined. The sequence of basic motions of taking represents the standard set of motions which describes the method of execution with the corresponding time within the MTM analysis.

Ključne riječi: MTM sustav, struktura tehnološke operacije, tehnološki zahvat uzimanja.

Keywords: MTM system, structure of the technological operation, technological suboperation of taking.

1. Uvod

Osnovna značajka rada u tehnološkom procesu šivanja odjeće je različitost i razmjerno veliki broj tehnoloških operacija koje se izvode na pojedinim radnim mjestima. Prema organizaciji radnog procesa tehnološke operacije šivanja pripadaju tzv. stabilnim radnim mjestima zatvorenog tipa s ustaljenim izvođenjem gdje radnik izvodi tehnološku operaciju približno sličnih karakteristika. Takvo radno mjesto omogućuje viši stupanj iskorištenja radnih strojeva i uređaja, bolji proizvodni transport predmeta izrade kroz slijed radnih mjesta, smanjenje ciklusa proizvodnje i povećanje proizvodnih kapaciteta svakog radnog mjesta, proizvodnih linija i sustava [1].

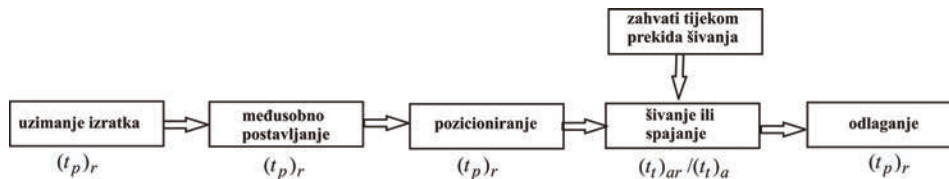
Da bi postigli učinkovit, kvalitetan i kontinuiran slijed tehnološkog procesa šivanja, moraju se definirati optimalne metode rada. Na izbor metoda rada za određenu tehnološku operaciju šivanja utječe oblik kontura šava (ravna ili zakrivljena, polumjer zakrivljenosti), duljina kontura šava, a značajnu ulogu imaju vrsta i uzorak tkanina, zahtijevana kvaliteta i položaj šava. Nadalje, odabir pogodne metoda rada povezan je s oblikovanjem radnog mjesta (raspored svežnjeva, veličina i visina radne površine, usklađenost radnog mjesta antropometrijskom izmjeru radnika), vrstom i stupnjem tehnološke opremljenosti šivaćeg stroja, te sustavom ugradnje radnih mjesta [2].

Osnovni MTM (Method Time Measurement) sustav omogućuje jasan opis metoda rada u kojoj su sadržani ručni zahvati podijeljeni do razine osnovnih pokreta, neophodni za njezino izvođenje. MTM sustav sastoji se od devet osnovnih pokreta prstiju, šake i ruku, dva pokreta očiju, deset pokreta tijela, nogu i stopala s oko 400 normalnih vremenskih izvođenja osnovnih pokreta. Prema mogućim varijablama izvođenja duljini pokreta, tipu, slučaju, stupnju potrebne točnosti, asistenciji tijela i dr., osnovni pokreti s pripadajućim normalnim vremenima (t_n) tablično su prikazani u literaturi. Svakom osnovnom pokretu u okviru MTM sustava, s obzirom na varijablu i prirodu osnovnog pokreta, pripada i odgovarajuće normalno vrijeme. Pomoću MTM analize može se odrediti i mogućnost koordiniranog izvođenja kombiniranih i istovremenih

pokreta. Vremenska jedinica MTM sustava je TMU (Time Measurement Unit) koja iznosi 10^{-5} h ($3,6 \cdot 10^{-2}$ s). Studijama radnog procesa uz primjenu MTM sustava omogućuje se iznalaženje optimalnih radnih metoda rada, ergonomske povoljno oblikovanje ili preoblikovanje radnih mjesta, stvarno utvrđivanje vremenskih normativa, utvrđivanje stupnja korištenja proizvodnih kapaciteta i dr. [3].

2. Analiza strukture tehnoloških zahvata tehnološke operacije šivanja

Istraživanje strukture radnog vremena trajanje smjene u fazi šivanja ukazuje da se 20 – 30 % vremena utroši na tehnološke strojno-ručne zahvate šivanja, 70 – 80 % vremena na pomoćno-ručne zahvate, dok se 10 % vremena utroši na neproizvodne aktivnosti. Prema strukturi izvođenja tehnološka operacija šivanja sastoji se od zahvata: uzimanje izratka, međusobnog postavljanja, pozicioniranja, šivanja, ručnih zahvata tijekom prekida šivanja i odlaganja, slika 1.



Slika 1: Podjela tehnološke operacije šivanja prema tehnološkim zahvatima

Struktura tehnološke operacije šivanja, koja se sastoji od tehnoloških zahvata, može se opisati primjenom MTM sustava pri čemu pojedini tehnološki zahvati čine logički sklop slijeda osnovnih pokreta. U tablici 1 dat je prikaz mogućih sklopova logičkih sljedova pokreta koji se najčešće koriste u tehnološkim operacijama šivanja [4-6].

Tablica 1: Mogući sklopovi logičkog slijeda izvođenja pokreta pojedinih zahvata tehnoloških operacija šivanja

Zahvat	Mogućnosti zahvata
Uzimanje	Uzimanje jednog dijela s jednog svežnja Uzimanje dva dijela s jednog svežnja Uzimanje dva dijela s dva svežnja Uzimanje tri dijela s tri svežnja
Međusobno sastavljanje	Međusobno postavljanje na jedan kut ili rubove kontura
Pozicioniranje	Postavljanje pod pritisnu nožicu Pozicioniranje izratka pod iglu pokretom stopala ili koljena
Šivanje	Osnovno, zajedničko ili pojedinačno vođenje
Tijekom prekida šivanja	Izravnavanje površine izratka, dodatno poravnavanje rubova kontura, zakretanje oko igle Odsijecanje konca
Odlaganje	Jednom ili objema rukama

Osnovni pokreti **uzimanja** izvode se u okviru normalnog ili maksimalnog doseg logičkim sklopom pokreta: posezanje (R) - hvatanje (G) - prenošenje (M) čime se izradak prenosi u središnju radnu zonu. Ovi pokreti pripadaju slučaju B i mogu se izvoditi u perifernom vidnom polju, a zbog karaktera izratka pripadaju tipu 1 i zahtijevaju pažljivo hvatanje (G5/G2).

Zahvat **međusobnog postavljanja** izvodi se u središnjoj radnoj zoni pomoću pokreta prenošenja visoke točnosti (MC), a potom slijedi samo sastavljanje koje je simetrično (S), točnosti izvođenja 1 ($\pm 1,5$ mm), a zbog obilježja dijelova (duljina, savitljivost, glatkoća) sastavljanje se može izvesti ako je udaljenost hvatišta od položaja za sastavljanje do 4 cm (E). Sklopovi pokreta međusobnog postavljanja izvode se kao postavljanje na kut, postavljanje rubova kontura, postavljanje na oznake. Ovaj zahvat zahtijeva visok stupanj mišićne kontrole pokreta i usredotočenost vida, te prekida ujednačen ritam i tijekom izvođenja i smanjenje mogućnosti koordinacije istovremenih pokreta.

Sklop pokreta **pozicioniranja** sastoji se od prenošenja izratka prema igli (M4C) uz istovremeno podizanje pritisne nožice pokretom stopala ili noge (FM, LM), točnog postavljanja pod strojnu iglu (P1SE), spuštanje pritisne nožice, te u nastavku zahvata početka šivanja šava uključivanjem šivaćeg stroja pokretom stopala (FM). Sam pokret pozicioniranja izvodi se u središnjem vidnom polju oštrog vida i zahtijeva visok stupanj kontrole i koordinacije pokreta. Kod pozicioniranja izratka pokreti su kratki i izvode se različitim dijelovima tijela (ruke i noge), uz povećanu koncentraciju pogleda što dovodi do pojačanog prednjeg preklona glave i trupa.

Tehnološki zahvat **šivanja** temeljna je svrha rada na radnom mjestu, a izvodi se uz kontrolu vida središnjeg vidnog polja. Ovaj zahvat iziskuje određeni način vođenja izratka ovisno o njegovoj veličini, duljini šava, zakrivljenosti šava, stupnju tehničke opremljenosti šivaćeg stroja, te stupnju uvježbanosti radnika.

Tehnološke operacije šivanja karakterizira međudjelovanje između radnika, stroja i izratka koji se obrađuje. Izvođenje same tehnološke operacije šivanja obuhvaća tri stupnja slobode: vođenje izratka po konturi šava, podešavanje rubova izratka, te istovremeno podešavanje ubodne brzine šivanja šivaćeg stroja pokretom stopala. Stoga je usklađenost tehničkih karakteristika stroja s psihofizičkim i perceptivnim mogućnostima radnika važna u radnom sustavu, jer za pravilno i točno izvođenje samog procesa šivanja radnik treba imati dobre vizualne sposobnosti, visok stupanj motorike i koordinacije pokreta, dobre taktilne sposobnosti, te brze reakcije na vidne i slušne podražaje. Za vrijeme izvođenja rada radnik često izvodi tehnološku operaciju uz uvjetno prisilni položaj tijela i glave pri čemu dolazi do pojave nefiziološkog sjedenja, izometričnog opterećenja ruku i nogu [7].

Sklopovi pokreta tehnološkog zahvata **tijekom prekida šivanja** izvode su u svrhu dodatne kontrole nad samim izratkom. Zahvati tijekom prekida šivanja obuhvaćaju dodatno poravnavanje rubova kontura, izravnavanje površine izratka, zakretanje izratka oko igle i odsijecanje konca na kraju šava.

Tehnološki zahvat **odlaganja** izratka izvodi se na kraju tehnološke operacije najčešće na dodatni stalak smješten s desne strane oblikovanog radnog mjesta. Pri šivanju završnog segmenta šava radnik se nalazi u prednjem sjedećem položaju, te se prilikom odlaganja vraća u srednji sjedeći položaj što omogućuje da se izradak odloži na stalak udobnim pokretima ruke. Ovisno o veličini izratka, odlaganje se može izvesti korištenjem jedne ili obje ruke.

3. Eksperimentalni dio

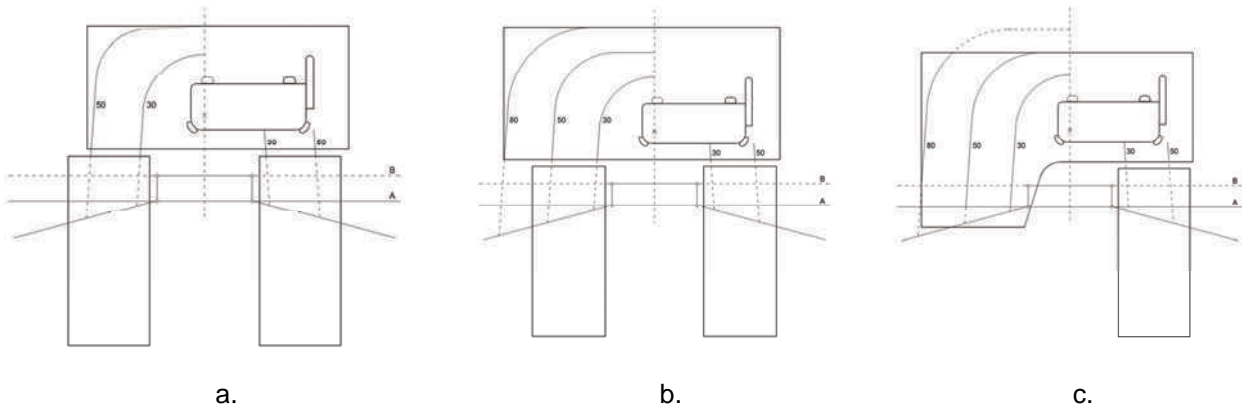
U okviru znanstvenih projekata rađenih u Zavodu za odjevnu tehnologiju Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta pomoću videoopreme izvršena su sustavna snimanja proizvodnih linija u odjevnoj industriji (Kotka, Krapina; Virovitičanka, Virovitica; Pounje, Hrvatska Kostajnica; Mara, Osijek; EMKA, Pregrada). Analiza videosnimki i određivanje radnih metoda te vremenskih normativa pomoću MTM-1, ukazali su na mogućnost sustavne razrade i postavljanja standardnih sklopova pojedinih zahvata koji se temelje na logičkom slijedu osnovnih pokreta.

U eksperimentalnom dijelu rada prikazana je analiza mogućnosti izvođenja tehnološkog zahvata uzimanja sa svežnja prema dimenzijama izratka, potrebne veličine i oblike radnih površina, te mogućnost izvođenja prema razredima sklopova pokreta, a u okviru ergonomske pogodnih metoda. Na ergonomske oblikovanom radnom mjestu položaj svežnja izradaka omogućit će uvježbanom radniku da pojedine zahvate izvodi određenim slijedom pokreta čime je moguće uspostaviti skupine logičkih pokreta koji predstavljaju standardni sklop pokreta koji ima točno određeno vrijeme izvođenja.

Osnovni pokreti uzimanja izvode se u okviru normalnog ili maksimalnog doseg logičkim slijedom pokreta: posezanje (R) – hvatanje (G) – prenošenje (M) čime se izradak prenosi u središnju radnu zonu. Za određivanje duljine pokreta ruke pri posezanju i prenošenju prilikom definiranja modelnih sklopova određena je putanja ruke 25 cm (razred 30), 45 cm (razred 50), koji se izvode pokretom III. razine, čime je određena zona normalnog doseg, dok putanja ruke duljine 70 cm (razred 80) izvodi se IV. razinom u okviru zone maksimalnog doseg.

Standardne dimenzije radnih površina šivaćih strojeva (slika 2) izvedene su na tri načina koje omogućuju, ovisno o tehnološkoj operaciji, povoljan ergonomske razmještaj svežnjeva izradaka. Radna površina (slika 2a) dimenzije 500 mm x 1060 mm omogućuje razmještaj svežnjeva malih dimenzija pri čemu se uzimanje izvodi u razredu 30 i 50. Ova radna površina omogućuje korištenje dodatnih stalaka s lijeve i desne strane radnog mjesta. Radna površina s proširenjem s lijeve strane, slika 2b, dimenzije 600 mm x 1250 mm koristi se za sklopove pokreta 30, 50, 80 gdje mogu biti smješteni izradci malih i srednjih dimenzija. Ova radna površina omogućuje i korištenje dodatnih stalaka postavljenih s lijeve i desne strane radnog mjesta pri izradi

izradaka većih dimenzija. Radna površina s produljenjem i proširenjem s lijeve strane, slika 2c, dimenzije 800 mm x 1250 mm omogućuje izvođenje sklopova pokreta razreda 30, 50 i 80 pri radu s izradcima svih dimenzija. Kod ove radne površine dodatni stalak može se postaviti s desne strane za odlaganje gotovog izratka.



Slika 2: Radna površina dimenzije: a. dimenzije 500 mm x 1060 mm; b. dimenzije 600 mm x 1250 mm; c. dimenzije 800 mm x 1250 mm

Tehnološki zahvat uzimanja, s obzirom na veličinu izratka i položaj svežnja, zakrivljenost i duljinu šava, te način polaganja krojnih slojeva, moguće je izvesti u četiri skupine uzimanja: jednog dijela s jednog svežnja, dva dijela s jednog svežnja, dva dijela s dva svežnja objema rukama, tri dijela s tri svežnja.

Tablica 2: Moguće metode izvođenja tehnološkog zahvata uzimanja sa svežnja

Tehnološki zahvat uzimanja	Metoda izvođenja	Veličina izratka	Razred sklopa pokreta		
			30	50	80
Jednog dijela s jednog svežnja	Bez podizanja (A01)	Manji dijelovi	x	x	
	S podizanjem (A02)	Srednji dijelovi		x	x
		Veći dijelovi		x	x
	Objema rukama (A03)	Veći dijelovi		x	x
		Vrlo veliki dijelovi		x	x
Dva dijela s jednog svežnja	Bez podizanja (A04)	Mali dijelovi	x	x	
	S podizanjem (A05)	Srednji dijelovi		x	x
		Veći dijelovi		x	x
	Objema rukama (A06)	Veći dijelovi		x	x
		Vrlo veliki dijelovi		x	x
Dva dijela s dva svežnja objema rukama	Istovremeno objema rukama (A07)	Mali dijelovi	x	x	
		Srednji dijelovi		x	x
	Objema rukama, a zatim s drugog svežnja (A08)	Veći dijelovi		x	x
		Vrlo veliki dijelovi		x	x
Tri dijela objema rukama	Istovremeno objema rukama (A09)	Mali	x	x	x
		Srednji		x	x

Uzimanje dijelova izvodi se s lijeve strane radnog mjesta, a uvjetovano je dimenzijama dijela, položajem svežnjeva na radnoj površini ili na dodatnom stalaku.

S obzirom na dimenzije krojni dijelovi mogu biti: malih dimenzija (džepovi, džepne vrećice, orukvice, letvice), srednjih (stražnji dio suknje, prednji bočni dio muškog sakoa, ovratnik, donji i gornji dio rukava i oplećnica muške košulje), velikih (prednji dio suknje, prednji i stražnji dio te rukav muškog sakoa, prednji dio muške košulje) i vrlo velikih (pojasnica suknje, nogavice hlača, prednji i stražnji dijelovi ogrtača). Razrađeni i postavljeni modeli izvođenja tehnoloških zahvata uzimanja prema tablici 2 i slici 2 snimani su videokamerom SONY DCR-HC42E s ugrađenim generatorom vremena s točnošću od $\pm 0,1$ s. Videokamera je bila postavljena tako da se u vidnom polju nalazilo radno mjesto u vidu bokocrtog prikaza, čime je omogućen

zapis s maksimalnim zonama dinamičkih pokreta pri izvođenju radnog procesa. U radu je dat prikaz tehnološkog zahvata uzimanja dva dijela s jednog svežnja objema rukama (slika 3) s pripadajućom MTM analizom sklopa logičkog slijeda pokreta (tablica 3).



Slika 3: Prikaz slijeda pokreta uzimanja dva dijela s jednog svežnja objema rukama

Tablica 3: Tehnološki zahvati uzimanja dva dijela s jednog svežnja objema rukama

Red. broj	Opis rada lijeve ruke	Simbol	TMU	Simbol	Opis rada desne ruke
1.	Posezanje do svežnja	mR45B	14,2		
2.	Hvatanje prvog dijela	G5/G2	5,6		
3.	Posezanje prstima do drugog dijela	R4B	3,4		
4.	Hvatanje drugog dijela	G5/G2	5,6		
5.	Zajedničko podizanje oba dijela	(M10B)	7,9	mR40Am	Posezanje do svežnja
6.			0,0	G5	Hvatanje dodirnom
7.			7,9	mR20E	Posezanje ruke duž ruba
8.			2,0	G1A	Hvatanje oba dijela
9.	Podizanje oba dijela	M15Bm	5,7	M15Bm	Podizanje oba dijela
10.	Prenošenje dijela u središnju radnu zonu	mM40B	12,8	(mM30B)	Prenošenje dijela u središnju radnu zonu
Ukupno normalno vrijeme izvođenja tehnološkog zahvata uzimanja dva dijela s jednog svežnja objema rukama s podizanjem (A06)			65,1 (2,34 s)		

4. Rezultati i rasprava

U strukturi tehnološke operacije šivanja prvi tehnološki zahvat je uzimanje kojim se dijelovi izratka dovode u položaj pogodan za spajanje. Ovaj zahvat zahtijeva dobru koordinaciju pokreta i psihomotoričke sposobnosti radnika. Tehnološki zahvat uzimanja, s obzirom na veličinu izratka, zakrivljenost i duljinu šava, te način polaganja krojnih slojeva, dijeli se u četiri grupe ovisno o tomu izvodi li se jednom rukom ili objema rukama, s jednog, dva ili tri svežnja, s ukupno devet mogućnosti izvođenja. Ovisno o veličini izratka, te metodi samog izvođenja tehnološki zahvat uzimanja može se izvesti u razredima 30, 50, 80 s mogućim dužinama pokreta 25, 45 i 70 cm, s time da bi područje razreda 30 trebalo biti slobodno za nesmetano izvođenje tehnološkog zahvata samog šivanja.

Tehnološki zahvat uzimanja dva dijela s jednog svežnja moguće je kod tehnoloških operacija u kojima su dijelovi iskrojani sustavom lice o lice, a uzimanje se može izvesti jednom rukom bez podizanja (A04) ili s podizanjem (A05), te objema rukama (A06). Uzimanje dva dijela jednom rukom bez podizanja (A04) izvodi se slijedom pokreta: posezanje (mRB) - hvatanje (G5/G2) - dodatno hvatanje (G2) - posezanje prstima do drugog dijela (R4B) – hvatanje drugog dijela (G5/G2) - prenošenja u središnju radnu zonu (MB). Kod uzimanja dva dijela s jednog svežnja jednom rukom s podizanjem (A05) slijed osnovnih pokreta je isti kao bez podizanja uz dodatak da nakon hvatanja slijedi podizanje (M10Bm), a nakon toga prenošenje u središnju radnu zonu.

Uzimanje dva dijela s jednog svežnja objema rukama (A06) položaj svežnjeva je u razredu 50 ili 80 i opremljeno dodatnim stalkom, najčešće se izvodi s izradcima srednjih i većih dimenzija.

Ovi zahvati zahtijevaju visok stupanj uvježbanosti radnika, dobre motoričke sposobnosti radnika i dobru koordinaciju izvođenja pokreta. Raspored svežnjeva kod ovog načina uzimanja treba biti takav da omogućuje lako istovremeno izvođenje pokreta posezanje – hvatanje - prenošenje koje se izvodi u okviru normalnog dosega i središnjeg vidnog polja na radnoj površini.

5. Zaključak

Tehnološki zahvat uzimanja, kao prvi tehnološki zahvat u strukturi tehnološke operacije ovisi o tome izvodi li se jednom rukom, ili objema rukama, s jednog, dva ili tri svežnja, te ovisi o položaju pojedinog svežnja na radnoj površini šivaćeg stroja ili dodatnom stalku, veličini izratka, duljini potrebnih pokreta i može se izvoditi na devet načina. Određenim slijedom pokreta u tehnološkom zahvatu uzimanja određene su grupe logičkih pokreta koji predstavljaju standardni sklop pokreta.

Analizom osnovnih pokreta pojedinih tehnoloških zahvata, odnosno svih pokreta koji sudjeluju u izvođenju, primjenom MTM sustava, mogu se razraditi i postaviti sustavi standardnih sklopova tehnoloških zahvata. Kombinacijom tako definiranih standardnih sklopova može se odrediti optimalna radna metoda s pripadajućim normalnim vremenima izvođenja već u postupku projektiranja proizvodnog procesa te bitno utjecati na strukturu tehnološke operacije u smislu optimizacije tehnoloških zahvata čime se postiže kraće vrijeme izrade, povoljniji stupanj iskorištenja stroja, te manje psihofizičko opterećenje radnika.

Literatura

- [1] Rogale, D. i sur.: *Procesi proizvodnje odjeće*, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN 978-953-7105-32-7, Zagreb, (2011.)
- [2] Geršak, J.: *Priprava proizvodnje oblačil*, Udžbenik Univerze v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, ISBN 978-961-248-19-3, Maribor, (2009)
- [3] Meyers F. E. & Stewart J. R.: *Motion and Time Study*, 3rd edition, Prentice Hall, ISBN 0-13-03061670-9, New Jersey/Columbus/Ohio, (2002)
- [4] Dragčević, Z.; Kirin, S. & Hursa Šajatović, A.: Systems of Standard Sets of Motions in Technological Sewing Operation, *Book of Proceedings of the 7th International Textile, Clothing & Design Conference - Magic World of Textiles*, Dragčević Z.; Hursa Šajatović A., Vujasinović E. (ed.), str. 277-282, ISBN 978-953-7105-54-9; ISSN 1847-7275, Dubrovnik, October 2014, University of Zagreb Faculty of Textile Technology, Zagreb, (2014)
- [5] Dragčević, Z.; Hursa Šajatović, A. & Šaravanja, B.: Investigation and analysis of workers' norm in garment manufacturing processes, *Book of Proceedings of the 6th International Textile, Clothing and Design Conference - Magic World of Textiles*, Dragčević, Z.; Hursa Šajatović, A.; Vujasinović, E. (ed.), str. 336-341, ISSN 1847-7275, Dubrovnik, October 2012, University of Zagreb Faculty of Textile Technology, Zagreb, (2012)
- [6] Dragčević, Z.; Kirin, S. & Šaravanja, B.: A Method of Workplace Design for Sewing Operations, *The 22nd DAAAM Symposium Intelligent Manufacturing & Automation: Power of Knowledge and Creativity*, Katalinic, B. (ed.), str. 0379-0380, ISBN 1726-9679-9679, Vienna, Austria, October 2011, DAAAM International, Vienna, (2011)
- [7] Firšt Rogale, S.; Dragčević, Z. & Rogale, D.: Determining reaction abilities of sewing machine operator in joining curved seams, *International Journal of Clothing Science and Technology*, **15** (2003) 3/4, str. 179-188, ISSN 0955-6222

Zahvala

Rad je dio istraživanja provedenih u okviru Sveučilišne potpore za 2014. godinu. Zaštitni odjevni sustavi iz visokoučinkovitih materijala – učinkovita zaštita u akcidentnim situacijama financirane od Sveučilišta u Zagrebu.

Autori:

Mr. sc. Snježana KIRIN
Veleučilište u Karlovcu, Tekstilni odjel
Trg J.J: Strossmayera 9, 47000 Karlovac
Tel: +(385) (47) 843 581

Fax: +(385) (47) 843 579

E-mail: snjezana.kirin@vuka.hr

Prof. dr. sc. Zvonko DRAGČEVIĆ,
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 3712 542

Fax: +(385) (1) 3712 535

E-mail: zvonko.dragcevic@tff.hr

UČINKOVITOST POLIAMIDNIH MATERIJALA FUNKCIONALIZIRANOG PRIRODNIM BOJILIMA I VODOODBOJNIM SREDSTVIMA

EFFECTIVENES OF POLYAMID FABRICS FUNCTIONALIZED WITH NATURAL PIGMENTS DERIVED FROM SPARTIUM JUNCEUM L. FIBERS AND WATER-REPELLENT AGENTS

Zorana KOVAČEVIĆ; Ana SUTLOVIĆ & Sandra BISCHOF

Sažetak: U svim razvijenim zemljama istraživanja su se usmjerila prema iskorištavanju prirodnih resursa kako bi se što više potaknula proizvodnja novih proizvoda koji potiču održivi razvoj i koji su biorazgradivi, a što je najvažnije da nisu opasni za zdravlje. Primjer takve sirovine je *Spartium junceum L.*, odnosno brnistra. U prošlosti su Grci, Rimljani i Kartežani brnistru koristili kao materijal za izradu užadi, mreža, torba, pa čak i jedara dok su Hrvati osim toga brnistru koristili i za izradu pokrivača (slamarica), tepiha, cipela, te za dobivanje žutog pigmenta. U ovom se radu koristio žuti brnistrin pigment za tisak poliamidnog materijala koji se naknadno funkcionalizirao voodoodbojnom obradom kako bi se u konačnici koristio kao zaštitni materijal u kišnim uvjetima.

Abstract: Research in developed countries have moved towards the utilization of natural resources in order to stimulate production of novel products. Such products are sustainable, biodegradable and not hazardous to health. *Spartium junceum L.* is definitively one of them. In the past, the Greeks, Romans and Carthagians used it as a raw material for manufacturing ropes, nets, bags, sails, while Croatian people used it for sheets, shoe manufacturing and yellow pigment production. In this paper, yellow pigment of *Spartium juncum L.* was used for printing of polyamide material which has been functionalized additionally with water repellent agents for the purpose of rain protection.

Ključne riječi: pigmentni tisak, prirodna bojila, brnistra, zaštitni tekstilni materijali, voodoodbojnost.

Keywords: pigment printing, natural dyes, *Spartium junceum L.*, protective textiles, water repellency.

1. Uvod

Posljednjih godina, u svim razvijenim zemljama povećala se potražnja za prirodnim materijalima dobivenim od biljnih vlakana koja ne predstavljaju opasnost po zdravlje i koja su biorazgradiva. Primjer takve biljke je *Spartium junceum L.* (hrv. brnistra; eng. Spanish broom). Brnistra je grmolika biljka karakteristična za mediteransko podneblje. Za brnistru su karakteristični njeni intenzivno žuti cvjetovi koji su vidljivi u kasnom proljeću i ranom ljetu, u periodu kada brnistra cvjeta (slika 1).



Slika 1: Brnistra u cvatu

S obzirom da se manufaktura proizvoda od brnistre kroz povijest sve više smanjivala, danas je zaboravljena brnistra samo ukras dalmatinskog krša koji svojim lijepim grozdastim žutim cvjetovima i ugodnim mirisom privlači poglede i plijeni pažnju. Proučavanjem literature, te u suradnji sa stručnjacima iz etnografskog

područja došlo se do zaključka da je upravo brnistra, biljka vrijedna što većeg znanstvenog istraživanja i kao takva je moguća sirovina u proizvodnji brojnih proizvoda (tekstilni i odjevni predmeti, pigmenti, mirisna ulja, papir, biorazgradivi kompozitni materijali, itd.) [1, 2].

U dosadašnjem radu već se koristio žuti brnistrin pigment ekstrahiran iz njenih cvjetova u bojadisanju tekstilnih materijala izrađenih od mješavine vune i elastanskog vlakna, te su dobiveni rezultati pokazali zadovoljavajuća svojstva bojadisanja i tendenciju prema daljnjem ispitivanju brnistrinog pigmenta u raznim primjenama na sintetskim ili celuloznim materijalima [3, 4].

U ovom se radu na poliamidnom materijalu prvo otisnuo registrirani žig brnistre, a zatim se takav materijal podvrgnuo vodoodbojnoj obradi kako bi ga funkcionalizirali s ciljem korištenja u kišnim uvjetima.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Materijali

Cvjetovi brnistre su sakupljeni u okolici grada Šibenika, te su prije provedene vodene ekstrakcije, sa svrhom dobivanja žutog pigmenta, zračno osušeni. Tiskarska pasta korištena u tisku je transparentna tiskarska pasta na vodenoj osnovi Printperfekt 226-3 tvrtke CHT Bezema. Poliamidni tekstilni materijal koristio se kao podloga za pigmentni tisak i naknadno je funkcionaliziran vodoodbojnim sredstvima tvrtke Ciba, Švicarska.

2.2 Metode

Ekstrakcija bojila: 50 g cvjetova tretirano je u 3000 mL meke vode na temperaturi 100 °C u trajanju od 2 sata. Bojilo je ekstrahirano pri pH 4 što je postignuto dodavanjem 2 mL/L octene kiseline. Nakon hlađenja i odležavanja 2 dana, ekstrakt je dekantiran i profiltriran te uparen radi dobivanja kristala bojila.

Tisak: Za tisak je pripremljena ravna šablona s uzorkom registriranog žiga brnistre Z20130239. Sastav tiskarske paste: 50 g Printperfekt 226-3 (transparentne baze na vodenoj osnovi koja sadrži emulzijski ugušivač, vezivo i fiksator) te 3 g kristala prirodnog biljnog bojila prethodno otopljenih u 5 mL destilirane vode.

Vodoodbojana obrada: Impregnacija je provedena fluorkarbonskim spojevima: 60 g/L Oleophobol CB, Ciba i 15 g/L Hydrophol XAN, Ciba uz dodatak octene kiseline (pH 4-5). Nakon impregnacije tkanine su sušene u rasteznom sušioniku na temperaturi od 110 °C u trajanju od 1 min, a nakon toga termokondenzirane u istom uređaju pri 150 °C u trajanju od 90 sek.

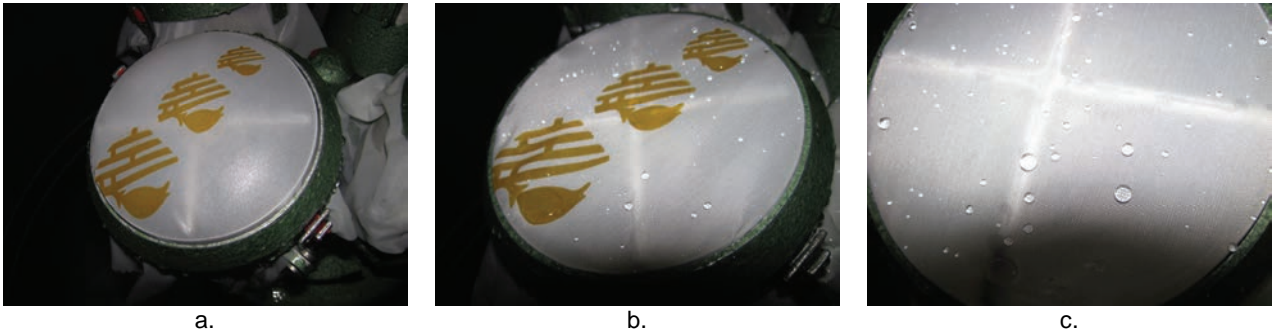
2.3 Ispitivanja

Ispitivanje efekta vodoodbojnosti: Postojanost materijala na vodu, odnosno vodoodbojnost, ispitana je metodom okišnjenja na uređaju po Bundesmannu u skladu s normom ISO 9865:1991 Textiles - Determination of water repellency of fabrics by the Bundesmann rain-shower test [5].

Određivanje kolorističnih parametara obojadisanih uzoraka: Obojadisanim uzorcima spektrofotometrijski su prema CIELab sustavu određeni koloristički parametri. Mjerenje je provedeno remisijским spektrofotometrom Spectra Flash 600 PLUS-CT proizvođača DataColor, geometrija mjerenja $d/8^\circ$, veličina mjernog otvora 27 mm.

3. Rezultati i rasprava

Rezultati vodoodbojne obrade prikazani su usporedbom izgleda površine s etalonima (slika 2) i masom adsorbirane vode u ovisnosti o obradi i vremenu okišnjenja (slika 3). Pri analizi rezultata mora se uzeti u obzir da je ispitivanje ovom metodom namijenjeno uglavnom za materijale koji se koriste u proizvodnji šatora, cerada, odnosno za materijale koji moraju podnijeti veću količinu kiše. Dobiveni rezultati prikazani na slici 2 potvrđuju da neobrađeni uzorak nakon 5 minuta okišnjenja pokazuje znatno veću količinu propuštene vode, a i ocijenjen je ocjenom 1 jer nakon okišnjenja na njegovoj površini nema vidljivih kapljica u obliku „perlica“ koje su pokazatelji vodoodbojnosti uzorka. Najbolji rezultati postignuti su kod uzoraka koji je impregniran vodoodbojnom obradom, ali prethodno nije tiskan. Ovakav uzorak je dobio ocjenu 5 zbog povećane hidrofobnosti površine.



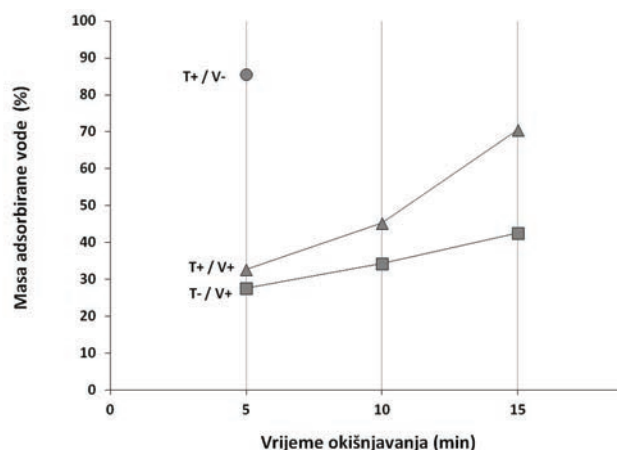
Slika 2: Uzorci tiskane PA tkanine nakon 5 min okišnjenja a što odgovara jakom pljusk u trajanju od 45 min
 a. neobrađeni uzorak (T+/V-); b. obrađeni uzorak (T+/V+); c. obrađeni uzorak bez tiska (T-/V+)
 (oznaka T odnosi se na tisak, a V na vodoodbojnu obradu)

Metoda okišnjenja na uređaju po Bundesmannu omogućuje ispitivanje prokvašenja koje je najpotpunije i najvjernije stvarnim uvjetima u usporedbi s ispitivanjima ostalih metoda. Za vrijeme prskanja vodom posebni otirači trljaju unutarnju stranu uzorka slično trljanju koje se zbiva za vrijeme nošenja odjeće. Nakon okišnjenja mjeri se količina vode koja je prodrla u čašice, a to je ukupni volumen vode koja je penetrirala kroz materijal. Konačno se izračuna i količina adsorbirane vode i izrazi u postotcima s obzirom na masu početnog uzorka. Za ovo određivanje potrebno je nakon okišnjenja uzorke centrifugirati, a zatim izvagati. Centrifugira se na posebnoj ploči – centrifugi. Pritom se uzorak pričvrsti za ploču prihvatom za četiri igle i uključi centrifuga. U centrifugiranju se ploča s uzorkom okreće brzinom 700 o/min. u vremenu 15 s.

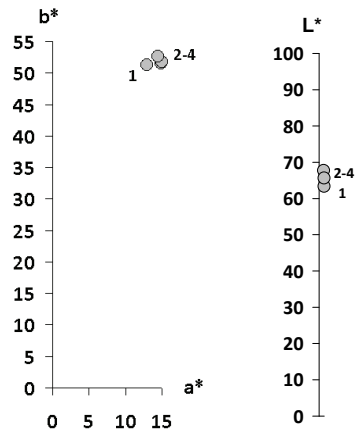
$$M = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100$$

Gdje je: M-masa adsorbirane vode (%), m_1 - masa uzorka nakon okišnjenja (g), m- početna masa uzorka (g)

Na slici 3, nakon 5 minuta okišnjenja, uočava se, očekivano, najveća količina adsorbirane vode kod uzorka koji nije impregniran vodoodbojnom obradom (85,64 %). Međutim, kod impregniranih uzoraka može se uočiti veća adsorbirane vode kod uzorka koji je tiskan pigmentnom pastom s bojom ekstrahiranim iz cvjetova brnistre (32,68 %) u odnosu na uzorak koji nije tiskan (27,59 %). Dodatno, uočava se porast adsorbirane vode s vremenom okišnjenja te dodatno dolazi do izražaja negativni utjecaja tiska. Kod okišnjenja od 10 minuta količina adsorbirane vode kod uzorka koji nije tiskan iznosi 34,25 % a nakon 15 minuta 42,52 %. Kod tiskanih uzoraka vodoodbna obrada se značajnije smanjuje tijekom vremena okišnjenja te adsorbirana voda iznosi 45,26 % nakon 10 minuta, odnosno 70,52 % nakon 15 minuta okišnjenja. Nedostaci tiska u ovakvoj obradi su očito uzrokovani negativnim utjecajem kiselog pH ekstrakta dobivenog iz cvjetova brnistre na reologiju tiskarske paste i vodoodbojnu apreturu. Na mjestima otisnutog uzorka došlo je do djelomičnog „razaranja“ vodoodbojne obrade te je na tim mjestima veća propusnost takvog materijala.



Slika 3: Utjecaj tiska i vodoodbojne obade na masu adsorbirane vode
 (oznaka T odnosi se na tisak, a V na vodoodbojnu obradu)



Slika 4: a*/b* dijagram tiskanih PA uzoraka

Na slici 4 se uočava da vodoodbojna obrada, kao ni okišnjenje, bitno ne utječu na promjenu tona uzorka (1-4) tiskanih prirodnim bojilom ekstrahiranim iz cvjetova brnistre (h). U vrijednosti kromatičnosti (C*) neznatno odstupa jedino uzorak broj 1 (prije impregnacije). U korelaciji s nevedenim je i vrijednost svjetiline (L*) koja poprima vrijednost u rasponu od 63,43 do 68,16, a kod uzorka prije impregnacije iznosi 67,77. Ovi rezultati ukazuju na iznimno dobru postojanost obojenja na okišnjenje.

4. Zaključak

Potvrđeno je da se cvjetovi brnistre (*Spartium junceum* L.) mogu koristiti za dobivanje bojila žutog tona (h od 75 do 80). Ekstrakciju prirodnih bojila iz cvjetova brnistre koja će se primjenjivati u tekstilnom tisku treba provoditi u neutralnim uvjetima ili naknadno provesti neutralizaciju dobivenog pigmenta. Ekstrakcija prirodnih bojila u kiselim ili alkalnim uvjetima može negativno utjecati na reološka svojstva tiskarske paste i učinkovitost naknadnih funkcionalnih obrada. Kod uzorka koji nije prethodno tiskan dobiven je 40 % bolji učinak vodoodbojne obrade u vremenu okišnjenja od 15 minuta.

Literatura

- [1] Bischof, S.; Kovačević, Z.: *From weed to fabric*, Faculty of Textile Technology, University of Zagreb, ISBN 978-953-7105-50-1, Zagreb, (2013)
- [2] Kovačević, Z. i sur.: Spanish broom - a forgotten textile raw material, *Tekstil*, **59** (2010) 9, str. 410-421, ISSN 0492-5882
- [3] Kovačević, Z.; Sutlović, A. & Bischof, S.: *Spartium junceum* L. as a natural dyestuff for wool dyeing, *Proceedings of 7th International ITC&DC 2014*, Dragčević, Z.; Hursa Šajatović, A. & Vujašinović, E. (Eds.), str. 220-225, ISBN 978-953-7105-54-9, Dubrovnik, Croatia, 5-8.10.2014., University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, Zagreb, (2014)
- [4] Miles, L. W. C.: *Textile Printing*, Society of Dyers and Colourists, ISBN 090-1956-79-1, UK, (2003)
- [5] ISO 9865 - Textiles: Determination of water repellency of fabrics by the Bundesmann rain-shower test, (1991)

Zahvala

Rad je izrađen uz potporu Hrvatske zaklade za znanost u sklopu projekta 9967 "Advanced textile materials by targeted surface modification (ADVANCETEX)".

Autori:

Zorana KOVAČEVIĆ, dipl., ing.; Doc. dr. sc. Ana SUTLOVIĆ; Prof. dr. sc. Sandra BISCHOF
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: +385 1 48 77 365 Fax: +385 1 48 77 354

E-mail: zorana.kovacevic@tff.hr
ana.sutlovic@tff.hr
sandra.bischof@tff.hr

STRUKTURA I POPREČNA RASTEZLJIVOST FINIH ŽENSKIH ČARAPA

STRUCTURE AND TRANSVERSE ELONGATION OF FINE LADIES' HOSIERY

Miloš LOZO & Zlatko VRLJIČAK

Sažetak: Navedene su osnovne izmjere ženske noge koje se koriste pri izradi standarda u proizvodnji finih ženskih čarapa. Tabela su prikazane izmjere iz hrvatskih normi i veličine čarapa značajnijeg europskog distributera finih ženskih čarapa. Izrađivani su uzorci finih ženskih čarapa s četiri PA filamentne pređe finoće 13 dtex f5, 17 dtex f5, 22 dtex f7 i 33 dtex f10. Za pletenje je korišten čaraparski automat finoće E32, promjera cilindrične iglenice 100 mm (4 inča), koji je pleo s 400 igala i brzinom rotacije iglenice 250 do 700/min pri četiri bitno različite dubine kuliranja. Jedan uzorak čarape izrađivan je s jednom finoćom pređe i u jednoj dubini kuliranja. Mjerena je poprečna rastezljivost čarapa ili rastezljivost u smjeru redova očica. Analizom dijagrama sila - rastezljivost procijenjen je elastični dio u rastezljivosti kao i rastezljivost do početka trajne deformacije te prekidna rastezljivost i prekidna sila.

Abstract: Basic measurements of a woman's leg used for creating standards in making fine ladies' hosiery are specified. Measurements of Croatian standards and sizes of hosiery of a major European distributor of fine ladies' hosiery are listed in a tabular form. Samples of fine ladies' hosiery were made from four PA filament yarns in counts 13 dtex f5, 17 dtex f5, 22 dtex f7 and 33 dtex f10. A hosiery machine of gauge E32, diameter of cylindrical needle bed 100 mm (4") knitting with 400 needles and a needle bed speed between 250 and 700/min with four significantly different sinking depths was used for knitting. One hosiery sample was knitted from one yarn count and with one sinking depth. Transverse hosiery elongation or elongation in course direction was measured. By analyzing force diagram - elongation - the elastic section in elongation as well as elongation until the beginning of permanent deformation, elongation at break and tensile force were assessed.

Ključne riječi: fina ženska čarapa, veličina, PA, dubina kuliranja, rastezljivost.

Keywords: fine ladies' hosiery, size, PA, sinking depth, elongation.

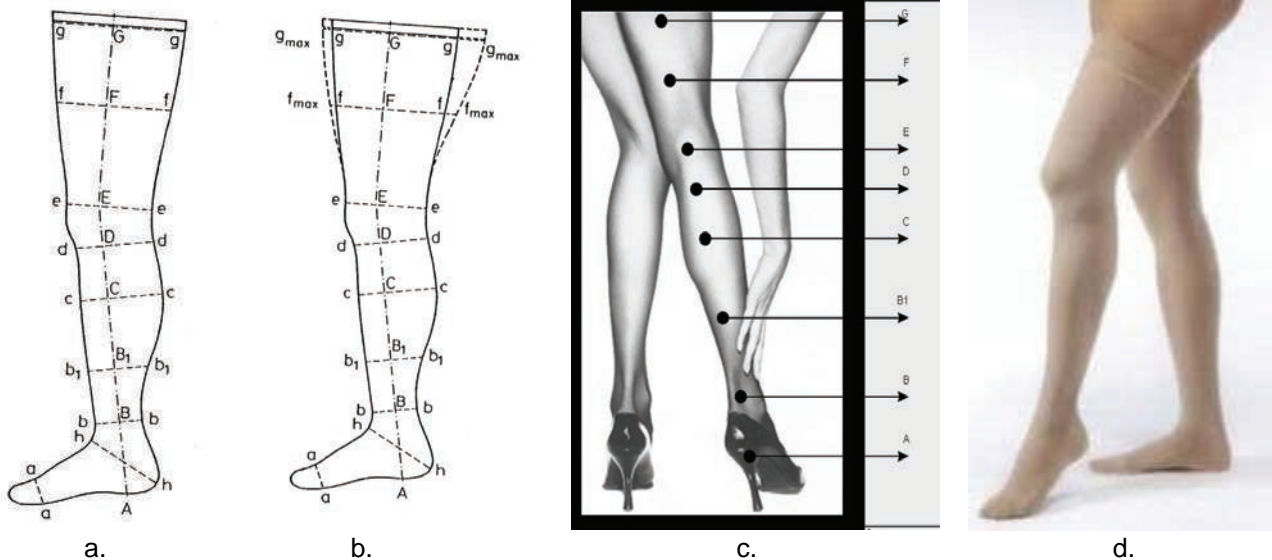
1. Uvod

Pri projektiranju finih ženskih čarapa nekoliko parametara bitno utječu na veličinu, oblik, strukturu, rastezna svojstva i udobnost pri nošenju čarapa. Na veličinu čarape utječu veličina, oblik i izmjere noge na koju će se čarapa navlačiti. Pojedinom obliku noge pristaje određena veličina čarape. Veličina, oblik i izmjere ženske noge se razlikuju kod različitih uzrasta i stasova osoba, kako u pojedinim regijama tako i državama, kontinentima ili rasama. Praktički je nemoguće složiti univerzalni sustav veličina koji bi prezentirao sva područja prebivanja i uzrasta žena. Kad bi se i stvorio takav sustav, zbog dinamične promjene ljudskog tijela on bi se kontinuirano morao mijenjati. Zbog kontinuiranih izmjena proporcija ženskog tijela to je nepotrebno pa se uzimaju prosječne izmjere ženske noge koje se koriste pri konstrukciji čarape [1, 2].

2. Označivanje čarapa

Za projektanta čarapa, ženska je noga dio živog organizma, nepravilnog je i stalno promjenjivog geometrijskog oblika. Kao dio živog organizma rijetko je u statičnom položaju. Stalno je u pokretu, a time i promjenjivom obliku. Oblik ženske noge se mijenja pri različitim aktivnostima i pokretima te životnoj dobi. Trenirani mišići ženske noge imaju znatno drugačiji oblik od uobičajnih mišića ili mišića slabo pokretnih osoba. Čarapa koja se navlači na bilo koju nogu treba ispunjavati svoju odjevnu i estetsku funkciju. Iskusni projektanti finih ženskih čarapa koriste mnoge izmjere noge kako bi prema njima izradili prikladnu čarapu koja će ispuniti svrhu u upotrebi. Pri projektiranju i konstruiranju čarape koriste se izmjere noge u smjeru tjelesne visine kao i opseg noge na različitim pozicijama, (slika 1, tablica 1). Do navedenih je izmjera teško doći. Projektanti ih godinama skupljaju i prenose iz generacije u generaciju te postupno korigiraju, [3]. Korištenjem 3 D skenera i računalske opreme izrađuju se interne priručne tablice koje se koriste u proizvodnji čarapa. Svaka je skenirana noga zasebna jedinka. Kod jedne žene, lijeva i desna noga nemaju iste izmjere i različito mijenjaju oblik u pokretu ili opterećenju. Da se optimira broj izmjera noge koji se koriste u izradi čarapa, pojedinačna mjerenja se sortiraju potom statistički obrade pri određenim kriterijima te složene grupe izmjera koje će biti podloga za izrađivanje čarapa. Pri ovakvom optimiranju izmjera uvijek postoje

granična područja koja se rijetko koriste pa pojedine žene u određenoj životnoj dobi za svoje noge teško pronađu čarape koje im pristaju i u kojima se udobno osjećaju. Mnogi veći proizvođači finih ženskih čarapa koriste vlastite izmjere kod proizvodnje pojedinih oblika čarapa. S povećanom proizvodnom serijom jedne veličine čarape, smanjuju se troškovi proizvodnje. Zbog toga, mnogi proizvođači žele zadržati veće proizvodne serije s manje obuvnih veličina čarapa. Na taj način stvore proizvod s prepoznatljivom markom na tržištu koji se vrlo dobro prodaje.



Slika 1: Značajnije izmjere ženske noge prema kojima se projektiraju fine čarape: a. osnovni prikaz uzdužnih i poprečnih izmjera; b. korigirane izmjere za punije osobe; c. značajnija mjesta promatranja i mjerenja pristajanja čarapa i d. primjer prilijeganja dugačke samostojeće čarape uz normalno razvijenu nogu

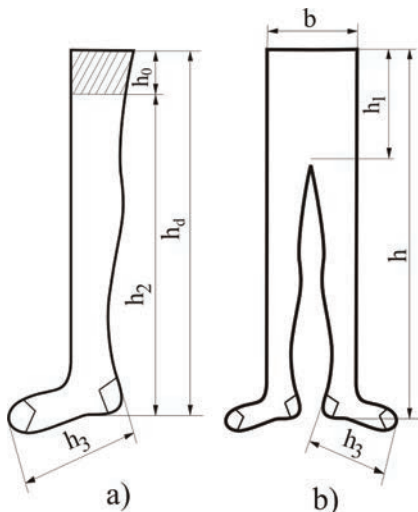
Tablica 1: (Interne) Proizvođačke izmjere ženske noge za pojedinu veličinu čarape kod jedne visine tijela [3]

Izmjere na nozi		Oznaka za veličinu čarape										
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Opseg na dijelu noge, cm	g_{max}	53	55	57,5	60	62,5	65	67	69,5	72	74,5	77
	f_{max}	48	50	51,5	53	55	57	58,5	60	62	64	65,5
	$g-g$	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64
	$f-f$	41	42,5	44	45,5	47	48,5	50	51,5	53	54,5	56
	$e-e$	31	32,5	34	35,5	37	38,5	40	41,5	43	44,5	46
	$d-d$	28	29,5	31	32,5	34	35,5	37	38,5	40	41,5	43
	$c-c$	30	31,5	33	34,5	36	37,5	39	40,5	42	43,5	45
	b_1-b_1	24	25,5	26,5	27,5	29	30	31,5	32,5	34	35	36,5
	$h-h$	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
	$b-b$	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$a-a$	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Visina dijela noge, cm	A-B	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	A-B1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	A-C	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
	A-D	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
	A-E	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
	A-F	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	A-G	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72

Gotovo svaka zemlja ima standarde po kojima se izrađuju čarape. Za uspješnu prodaju čarapa, proizvođaču čarapa je značajno područje na kojem će se čarape prodavati kako bi mogao kvalitetno zadovoljiti zahtjeve kupaca, tj. da žena za svoje proporcije noge može kupiti prikladnu čarapu u kojoj će se ugodno osjećati i rado je nositi. U Hrvatskoj se veličine muških i ženskih čarapa za odrasle osobe označuju brojevima 8,5 do 12,5, ovisno o veličini stopala osobe kojoj je čarapa namijenjena [4, 5]. U tablici 2, navedene su izmjere za pojedine dijelove čarapa s gaćicama, a na slici 2, prikazana je dugačka čarapa i čarape s gaćicama s navedenim izmjerama.

Tablica 2: Izmjere za fine ženske čarape s gaćicama, [4,5]

Značajke	Čarape s gaćicama			
	8,5 do 9	9,5 do 10	10,5 do 11	11,5 do 12,5
Oznaka veličine	23 do 24	25 do 26	27 do 28	29 do 32
Tjelesna duljina stopala, cm	82 do 88	88,1 do 94	94,1 do 100	100,1 do 110
Duljina čarapa s gaćicama, h, cm	30 do 32	32,1 do 34	34,1 do 36	
Dubina gaćica, h ₁ , cm	20 do 22		22,1 do 25	
Duljina čarape u stopalu, h ₃ , cm	23 do 25	25,1 do 26	26,1 do 28	



Slika 2: Izmjere finih ženskih čarapa:
a. dugačka čarapa i b. čarape s gaćicama (hula-hop čarape)

Često se čarape proizvode na jednom kraju svijeta, a prodaju na drugom. Zbog toga se oznake o veličinama čarapa žele pojednostaviti i internacionalizirati. Mnogi veliki proizvođači ili distributeri na omotnicama čarapa stavljaju oznake za veličine koje povezuju visinu i masu tijela žene kojoj je čarapa namijenjena. U odnose se stavljaju različite tjelesne visine i mase pa u svijetu postoje i različite tabele. Europske razvijenije zemlje poput Njemačke, Francuske, Italije i Engleske imaju svoje tabele po kojima proizvođači čarapa izrađuju čarape za njihovo tržište. Pored temeljnih izmjera, za pojedine namjene specificiraju se značajke pređa, boje, strukture i dr. U prilogu je navedena jedna češće korištena tabela u Europi u kojoj su oznake svrstane u tri grupacije: S - small, M – medium i L – large, tablica 3, [6]. Zbog promjena izmjera tijela, žena u svojoj životnoj dobi promjeni i do deset različitih veličina čarapa.

Tablica 3: Oznake veličina finih ženskih čarapa s gaćicama zasnovane na masi i visini tijela [6]

Tjelesna visina, cm	Veličine	Masa tijela, kg								
		do 45	45-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
do 150										
151 - 155										
156 - 160			S-2							
161 - 165						M-3				
166 - 170								L-4		
171 - 175										

S – small - mali, M – midium – srednji i L – large – veliki

3. Izrada čarapa

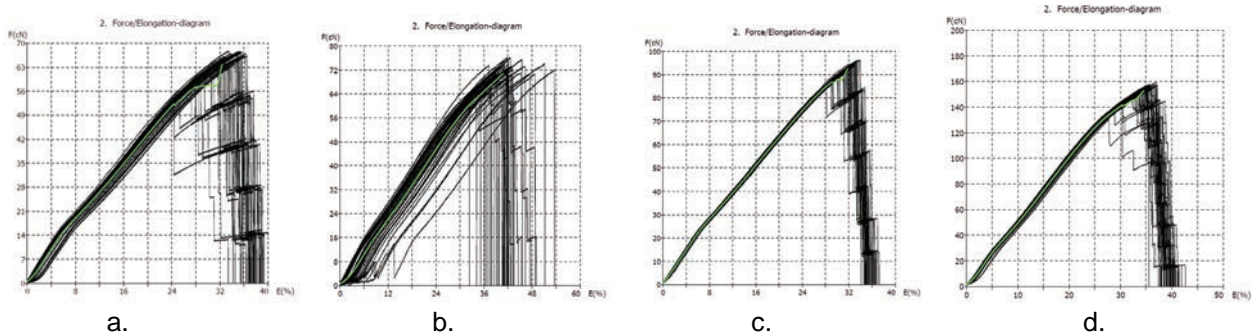
Za navedene izmjere ženske noge potrebno je izraditi finu čarapu koja će biti funkcionalna i prihvatljiva na tržištu po cijeni i sredini u kojoj se nosi. Fine ženske čarape uglavnom se izrađuju na jednocilindričnim čaraparskim automatima promjera cilindra 95 mm (3¾ inča) do 115 mm (4½ inča), a najčešće na cilindru promjera 100 mm (4 inča). Automati pletu s 380 do 420 igala. Za izradu čarapa najčešće se koriste poliamidne filamentne pređe finoće 13 do 65 dtex, prekidne rastezljivosti 25 do 40 %. Pod navedenim uvjetima izrađuju se cjevasti oblici pletiva širine 8 cm x 2 do 12 cm x 2 te se s njima oblikuju različite ženske fine čarape poput kratkih čarapa, dokoljenki, dugačkih samostojećih čarapa ili čarapa s gaćicama [7,8].

Poprečna i uzdužna rastezljivost fine ženske čarape te otpornost na sfernu deformaciju čarape pri upotrebi, bitni su parametri koji utječu na funkcionalnost čarape. Rastezna svojstva čarape ovise o mnogim parametrima, a u prvom redu o prepletu koji se koristi pri izradi ovakvih čarapa te rasteznim svojstvima pređa s kojima se čarape izrađuju. Kod izrade jednostavnijih finih ženskih čarapa koriste se PA filamentne pređe i glatki kulirni desno-lijevi preplet. Prilikom izrade vrška čarape kod prstiju izrađuje se zbijeno pletivo s malom dubinom kuliranja pri čemu je najmanji utrošak niti u očici. Dio pletiva koje će obuhvatiti stopalo izrađuje se poroznije, koje se dobije pri pletenju s malo većom dubinom kuliranja. Potkoljencični i natkoljencični dijelovi noge su nepravilnog valjčasto-elipsastog oblika različitih promjera koje treba prikladno obuhvatiti. Na

ovim dionicama, a prema slici 1, potrebno je često mijenjati širinu pletiva. Međutim, čaraparski automat ima konstantan promjer cilindra koji se pri izradi cjevastog pletiva ne može mijenjati pa se značajno ne mijenja širina pletiva. Da se kod iste širine pletiva poveća poprečna rastezljivost pletiva potrebno je mijenjati dubinu kuliranja. Povećanom dubinom kuliranja izrađuju se veće očice iz kojih se nit više isteže pa se povećava rastezljivost pletiva. Ako duljina ženske noge iznosi oko 70 cm, (tablica 1 i tablica 2), tada se izrađuje cjevasti komad pletiva ili nogavica koji u sebi ima 2000 do 3000 redova očica. Prilikom izrade ovakvog komada pletiva, iskusni će projektant fine ženske čarape, složiti upravljački program pa će svakih 50 do 100 redova očica, ili 3 do 10 cm pletiva, mijenjati dubinu kuliranja i pokušati dobiti potrebnu rastezljivost pletiva koje će udobno pristajati uz pojedini dio noge, a žena će osjećati ugodu pri nošenju ovakve čarape [9-11]. Ako čaraparski automat nema takvih mogućnosti za rad, projektant će biti prikraćen u realizaciji svoje zamisli, a čarapa će biti manje kakvoće, odnosno pristajat će na malo nogu.

4. Eksperimentalni dio

U izradi jednostavnijih finih ženskih čarapa tijelo čarape se uglavnom izrađuje s jednom finoćom multifilamentne pređe. Okrajci kod vrška prstiju i visine čarape se izrađuju s dvije ili tri pređe drugačijih značajki. Pri izradi tijela čarape često se mijenjaju dubine kuliranja pri čemu je različit utrošak niti u očici, a time i poprečna rastezljivost ovakve čarape. Iz ovakvih je čarapa otežano izrezati reprezentativni uzorak širine 5 cm, izrađen s jednom dubinom kuliranja, i na njemu mjeriti rastezna svojstva pletiva. Zbog toga su, s jednom dubinom kuliranja, izrađivani uzorci cjevastog oblika širine 6 cm do 10 cm i duljine oko 50 cm. Iz ovakvih je pletiva jednostavno bilo uzeti do deset uzorke širine 5 cm i na njima mjeriti rastezna svojstva pletiva. Za pletenje je izabran čaraparski automat finoće E32, promjera cilindrične iglenice 100 mm (4 inča), koji je pleo s 400 igala i brzinom rotacije iglenice 250 do 700/min. Uz pomnu regulaciju automata uzorci su izrađivani u četiri dubine kuliranja oznaka 400, 550, 700 i 850. U navedenim graničnim područjima dubina kuliranja najčešće se izrađuje tijelo čarape. Dubina kuliranja oznake 400 je najmanja, a oznake 850 najveća. Pri ovim dubinama kuliranja moglo se pletiti s poliamidnim filamentnim pređama finoće 13 dtex f5, 17 dtex f5, 22 dtex f7 i 33 dtex f10, (slika 3, tablica 4).



Slika 3: Dijagrami rasteznih svojstava poliamidnih filamentnih pređa za izradu uzoraka: a. 13 dtex f5; b. 17 dtex f5; c. 22 dtex f7 i d. 33 dtex f10

Tablica 4: Značajke poliamidnih filamentnih pređa za izradu uzoraka

Značajke pređe	Uzorci			
	13	17	22	33
Finoća pređe, tex	13,1±0,3	16,7±0,4	21,6±0,5	33,6±0,8
Prekidna sila, cN	64±1	71±1	93±1	152±2
Prekidna rastezljivost, %	32,6±0,8	40,8±1,2	31,8±0,4	34,5±0,5
Rad do prekida, cN-cm	576±24	768±27	803±18	1466±41
Prekidna čvrstoća, cN/tex	49	42	43	44

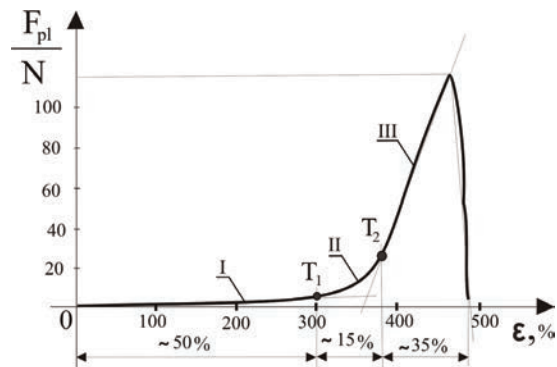
5. Rezultati mjerenja

Pri izradi finih ženskih čarapa značajan je podatak o masi jednog cjevastog komada pletiva koji se izrađuje na čaraparskom automatu. Iz cjevastog pletiva se u procesu šivanja oblikuje određeni oblik čarape. Ako se izrađuje bilo kakva čarapa, u većini slučajeva ovakav cjevasti komad se zašije na vršku kod prstiju i prilikom šivanja se odreže jedan dio čarape pa je masa cjevastog pletiva nakon šivanja neznatno manja. Međutim, ako se izrađuje dugačka čarapa tada se na njen gornji okrajak može prišiti ukrasna čipka s kojom se povećava masa cjevastog oblika pletiva nakon pletenja. Kad se izrađuju čarape s gaćicama tada se ušiva umetak koji ponovo povećava masu pletiva izrađenog na čaraparskom automatu. Pri pakiranju čarape

također je značajna masa komada ili para čarapa. Ovo su osnovni parametri kod izračuna troškova udjela materijala pri oblikovanju cijene čarape. Usprkos komadnoj proizvodnji, kod ovakvih je struktura pletiva poželjno znati i iznos plošne mase. U ovim istraživanjima izrađivani su uzorci pletiva s četiri različite finoće pređa i četiri dubine kuliranja pa su dobivene i različite plošne mase pletiva, koje se nalaze u granicama 39 do 83 g/m², (tablica 5).

Tablica 5: Plošna masa uzoraka, g/m²

Dubina kuliranja	Uzorci			
	13	17	22	33
400	40	52	60	83
550	43	52	58	78
700	40	49	52	72
850	39	47	51	66



Slika 4: Osnovni dijagram poprečne rastezljivosti fine ženske čarape

Za očekivati je da će rastezna svojstva čarapa ovisiti o finoći i strukturi pređe kojom je čarapa pletena kao i dobivenoj strukturi pletiva. Od svih svojstava čarapa gotovo su najznačajnija rastezna svojstva, naročito rastezljivost čarape u širinu. Kod finih ženskih čarapa poželjna je velika rastezljivost pletiva u širinu, ili tzv. poprečna rastezljivost, već pri malenim silama, (slika 4) [12]. Kako je iz općeg dijagrama vidljivo, potrebno je oko 10 % prekidne sile, da se pletivo istegne u smjeru redova više od 200 % od svoje početne duljine. Grubom analizom dijagrama sila – izduženje pletiva u smjeru redova očica može se uočiti da se krivulja sastoji od tri glavna dijela. Prvi, linearni dio do točke T₁ je elastični dio pletiva u kojem dolazi do pomicanja niti u pletivu i djelomičnog istezanja niti u njenom početnom elastičnom dijelu. Prilikom istezanja četvrtastih uzoraka pletiva u smjeru redova, ovaj dio krivulje iznosi 40 do 60 % od ukupne istezljivosti. Drugi dio je krivulja od točke T₁ do točke T₂. U ovom dijelu uz pomicanje niti u pletivu dolazi i do istezanja niti u njenom elastičnom području, sve do plastične deformacije. Ovaj dio ovisi o prepletu i rasteznim svojstvima pređe te iznosi 10 do 30 % od ukupne istezljivosti. Do točke T₂ zanimljiv je iznos rastezljivosti fine ženske čarape. Važno je uočiti da je sila potrebna za ovoliko izduljenje do 20 % od prekidne sile pletiva. Nakon ove točke, uz daljnji porast sile, počinje se pređa deformirati i pletivo poprima trajne deformacije. Treći dio dijagrama, tj. onaj od točke T₂ pa do prekida, iznosi 20 do 40 % i veći dio je također linearan. Prvi, linearni dio krivulje do točke T₁ ima mali kut uspona. Kod istezljivosti pletiva u smjeru redova on leži velikim dijelom blizu apscise. Prilikom navlačenja čarape na nogu žene koriste silu 20 do 80 N pa se zbog toga u proizvodnji mjeri poprečna rastezljivost čarape pri različitim opterećenjima od 30 do 60 N. U testiranjima pojedini proizvođači čarapa koriste, za određene finoće pređa i veličine čarapa, prikladne vlačne sile.

Rastezljivost izrađenih uzoraka u smjeru redova očica mjerena je na računalom upravljanim dinamometru tt. Textechno, tip Statimat M koji je imao mogućnost registriranja podataka svako 0,5 mm istega. Uzorci su bili širine 50 mm, a razmak između hvatalica je iznosio 75 mm. Na osnovi prikupljenih podataka iscrtani su dijagrami sila-rastezanje. Iz dijagrama su procjenom očitane vrijednosti osnovnih točaka navedenih na slici 4. Rezultati su navedeni u tablica 6. Osnovni parametar koji je značajan u ovakvim mjerenjima je elastičnost pletiva (ϵ_e) koja se proteže do točke T₁ i prosječno iznosi 53±3 % od ukupne rastezljivosti. Vlačne sile koje izazivaju ovoliko rastezljivost su male i iznose 1 do 8 N pri širini uzorka 5 cm. Do početka trajne deformacije pletiva (ϵ_p) potrebna je neznatno veća vlačna sila koja je nešto više izražajna kod pletenja s najgrubljom pređom, tj. onom finoće 33 dtex. Ukupna elastičnost pletiva do početka trajne deformacije (ϵ_p) prosječno iznosi 65±3 % od ukupne rastezljivosti i veća je 12±2 % od temeljne elastičnosti. Trajna deformacija pletiva (ϵ_t) je razlika između prekidne rastezljivosti pletiva i ukupne elastičnosti pletiva ($\Delta\epsilon_t - \Delta\epsilon_p$) i u ovim istraživanjima iznosi 35±3 %. Prema tome, prilikom poprečnog, ili rastezanja pletiva fine ženske čarape u smjeru redova očica, ukupni elastični dio zauzima 65±3 %, a trajna deformacija 35±3 %. Izmjerene poprečne rastezljivosti pletiva dobivene kod pojedinih pređa i dubina kuliranja su osnova pri projektiranju kvalitetne fine ženske čarape.

Tablica 6: Rastezna svojstva izrađenih uzoraka čarapa u smjeru redova očica

Uzorak	Dubina kuliranja	ϵ_e , %	$\Delta\epsilon_e$, %	F_e , N	ϵ_p , %	$\Delta\epsilon_p$, %	F_p , N	ΔF_p , %	ϵ_t , %	$\Delta\epsilon_p - \Delta\epsilon_e$, %	$\Delta\epsilon_t - \Delta\epsilon_p$, %	F_t , N
13	400	200	57	3	220	63	5	9	350	6	37	54
	550	230	51	3	270	60	4	10	447	9	40	42
	700	350	63	2	450	81	3	9	554	18	19	33
	850	420	65	1	520	81	2	10	645	16	19	21
17	400	180	57	3	210	66	7	10	317	9	34	67
	550	250	53	3	300	63	6	11	473	11	37	57
	700	280	52	3	340	63	4	9	537	11	37	44
	850	320	52	2	420	68	3	9	620	16	32	32
22	400	150	51	2	180	61	6	7	293	10	39	81
	550	210	54	2	250	65	5	9	386	10	35	56
	700	240	48	2	330	65	4	8	504	18	35	51
	850	320	59	1	340	62	3	8	545	4	38	37
33	400	100	47	8	130	61	30	19	212	14	39	155
	550	160	46	5	200	58	18	15	345	12	42	121
	700	210	48	4	270	61	8	9	441	14	39	91
	850	260	51	2	340	66	6	9	514	16	34	70
			53±3			65±3		10±1		12±2	35±3	

6. Zaključak

Poprečna rastezljivost ili rastezljivost pletiva u smjeru redova očica kod finih ženskih čarapa ovisi o finoći korištene pređe, njenoj prekidnoj rastezljivosti, dubini kuliranja i prepletu. Kod analiziranih uzoraka poprečna elastičnost pletiva (ϵ_e) iznosi 100 do 420 % i ostvari se pri vlačnoj sili 1 do 8 N pri širini uzorka 5 cm. Poprečna rastezljivost čarape do početka trajne deformacije (ϵ_p) iznosi 130 do 520 % i ostvari se sa silama do 30 N, ili 10 ± 1 % prekidne sile pređe kojom je uzorak izrađivan. Pri poprečnom rastezanju pletiva ukupni elastični dio zauzima 65 ± 3 %, a trajna deformacija 35 ± 3 % od ukupne rastezljivosti pletiva. Poprečna rastezljivost fine ženske čarape je povezana s uzdužnim skupljanjem čarape pa služi kao polazni parametar pri projektiranju broja redova očica koje treba izraditi pri izradi čarape određene veličine.

Literatura

- [1] Modig, N.: *Hosiery Machines*, Meisenbach, ISBN 3875250486, Bamberg (1988)
- [2] Bezemek, V. et al: *Wirkerei und Strickerei*, VEB Fachbuchverlag, Leipzig, (1981)
- [3] Priručne tablice Tvornice čarapa 8. Mart, Subotica
- [4] HRN F.G0.010.
- [5] HRN F.G1.612.
- [6] Dostupno na http://www.lycra.com/ger_g/home.aspx, Pristupljeno: 2014-12-1
- [7] Oess, O.: Lycra Fiber T902C the Ideal Solution to Improve Comfort and Compliance of Medical Compression Products, 2nd International Congress on Healthcare and Medical Textiles, Urednik: Kumbasar, E.P.A., str. 215-224, ISBN 978-605-338-084-9, Izmir, September 2014, EgeMeditex, Izmir, (2014)
- [8] Lozo, M. & Vrljićak, Z.: Rastezna svojstva finih ženskih čarapa s gaćicama, *MATRIB 2014, International conference on materials, tribology, recycling*, Urednik: Grilec, T., str. 278-288, ISBN 978-605-338-083-2, June 2014, Vela Luka, (2014)
- [9] Minčev, V.: VGM1 - metod za ekspresno opredeljene na parametrite za pletene na čorapni izdelija, *XLIII Congress of the IFKT*, Urednik: Georgijev, I., Plovdiv, October 2006, Naučno-tehnički sjuz po tekstil, obleklo i koži, Plovdiv, Bugarska, (2006)
- [10] Vrljićak, Z. & Kovač, A.: Projektiranje i izrada kratkih čarapa, *Tekstil*, **60** (2011) 4, str. 149-159, ISSN 0492-5882
- [11] Vrljićak, Z. & Pavlović, Ž.: Dimenzijska nestabilnost kratkih čarapa, *Tekstil*, **63** (2014) 1-2, str. 27-40, ISSN 0492-5882
- [12] Kowalski, K.: *Identifikacija procesu dziania na szydelkarkach*, Polska Akademia Nauk, Oddzial w Lodzi, Komisja Wlokiennictwa, ISBN 978-83-86492-44-2, Lodz, (2008)

Autori:

Prof. dr. sc. Zlatko VRLJIČAK
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10 000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 3712 578

Fax: +(385) (1) 3712 599

E-mail: zlatko.vrljicak@ttf.hr

ORMARIĆ-LAMPICA S LUMINESCENTNIM EFEKTIMA NA TEKSTILNOM SJENILU

CABINET-LAMP WITH LUMINESCENT EFFECT ON TEXTILE SHADE

Dijana LUKUNIĆ; Anita TARBUK & Ana SUTLOVIĆ

Sažetak: *Inspiracija za izradu idejnog rješenja u ovom radu proizašla je iz proučavanja Bauhaus stila, koji je zatim slobodno transformiran te su nastali uzorci koji odišu jednostavnošću, minimalizmom i čistoćom linija bijele boje. Tehnika korištena pri kreiranju idejnih rješenja bio je kolaž, a u tehnološkom dijelu realizacije idejnih rješenja korištena je metoda tiska na domaćem platnu od lana i konoplje. Kako bi se postigao efekt „bjelje od bijelog“; „fosforescentno na fluorescentnom“, te odnos plošnosti i reljefnosti bijele površine, istražene se karakteristike osnovnih tiskarskih pasta te njihovih mješavina kako bi se optimizirali efekti na platnu. Bijelo drveno postolje i platneno sjenilo, igra jednostavnih linija, bjelje od bijelog, stvara jednu cjelinu: „Ormaric - lampicu s tekstilnim sjenilom“.*

Abstract: *The inspiration for the conceptual design in this paper came from the studying of the Bauhaus style, which is then transformed freely and resulted in samples that reflect the simplicity, minimalism and clean lines of white. The technique used in creating conceptual design was a collage. The method of textile printing on domestic woven fabric from flax and hemp was applied for the technological realization of the conceptual design. To achieve the effect of "whiter than white"; "phosphorescence on fluorescence", and the relationship between flatness and relief white surface, the characteristics of the basic printing pastes and their mixtures were researched in order to optimize the effects on fabric. White wooden cabinet as the body of the lamp and woven fabric shade, playing simple lines, whiter than white, creates a whole: "Cabinet-lamp with textile shade."*

Ključne riječi: *Bauhaus, fluorescencija, fosforescencija, tekstilni tisak, bjelina*

Keywords: *Bauhaus, fluorescence, phosphorescence, textile printing, whiteness*

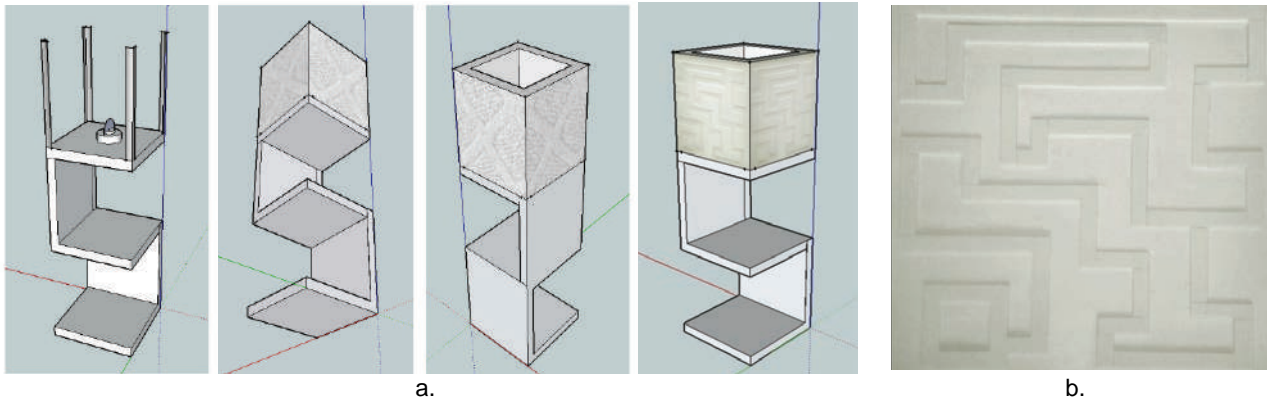
1. Uvod

„Estetika čistih linija“ – drugom riječju Bauhaus je umjetnička škola koju je osnovao Walter Gropius 1919. godine u Weimaru u Njemačkoj. Škola je zamišljena kao svojevrsni laboratorij u kojem nitko nije zadavao pravac razmišljanja, već se njegovala kultura intelektualne razmjene u kojoj su učitelji i učenici učili jedni od drugih. Osnovni cilj Bauhauusa je bio spojiti sve kreativne napore u cjelinu, ponovno ujediniti sve discipline praktične umjetnosti: kiparstvo, umjetnički obrt i obrt kao nerazdvojive dijelove nove arhitekture. Razvio je nastavni plan po kojem bi obrtnici i dizajneri bili u stanju stvoriti korisne i lijepe predmete u cijelosti, od ideje do gotovog proizvoda [1, 2]. Pokušaji i poticaji mladih umjetnika Bauhauusa stvorili su modele za industrijsku proizvodnju. L. Schepher se potpuno okrenuo konstruktivnom, svrsishodnom i funkcionalnom u oblikovanju prostora. Boja je dobila svoju zadaću u samoprikazivanju arhitekture, a istovremeno je morala služiti i svrsi prostora. Razlika između nosivih i nenosivih elemenata nudila je mogućnost za snažniju dramatičnost kontrasta tamnog i svijetlog, kao i za različitost materijala [2].

U ovom radu luminiscencije [3-7] su bile element za dizajn tekstila u Bauhaus stilu. Jedan od najpoznatijih radova u dizajnu namještaja W. Gropiusa, fotelja F51 dizajnirana za direktorsku sobu škole 1920., najviše je doprinijela početnoj ideji i inspiraciji za izradu ormarića - lampice s tekstilnim sjenilom, proizvod kojemu je svrha osim estetike i funkcionalizam. Svrha ovog rada bila je konačna izrada idejnog proizvoda, noćnog ormarića koji ujedno služi i kao lampica sa sjenilom napravljenim od tekstilnog materijala, domaćeg platna starog više od sto godina koji bi obasjan različitim izvorom svjetlosti imao drugačiji dizajn.

2. Eksperimentalni dio

Idejni radovi, inspirirani Bauhausom, izrađeni su tehnikom kolaža, a realizirani su u tehnološkom smislu tekstilnim tiskom, pasta koje sadrže optičko bjelilo i ili fosforescentne pigmente. Donji dio konstrukcije, ormaric, napravljen je od drva, bijele boje, a na njega se nastavlja tekstilni dio, sjenilo koje se vrlo lako može skinuti i zamijeniti s drugim sjenilom. Na taj način dobiva se mogućnost personaliziranja ormarića. „Ormaric - lampica s tekstilnim sjenilom“ namijenjen je za interijere, spavaće sobe, dnevne boravke ili bilo koje mjesto u interijeru, ovisno o želji i potrebi korisnika (slika 1).



Slika 1: Ormarić – lampica: a. idejni prikaz proizvoda, b. reljefni prikaz idejnog rješenja tehnikom kolaža

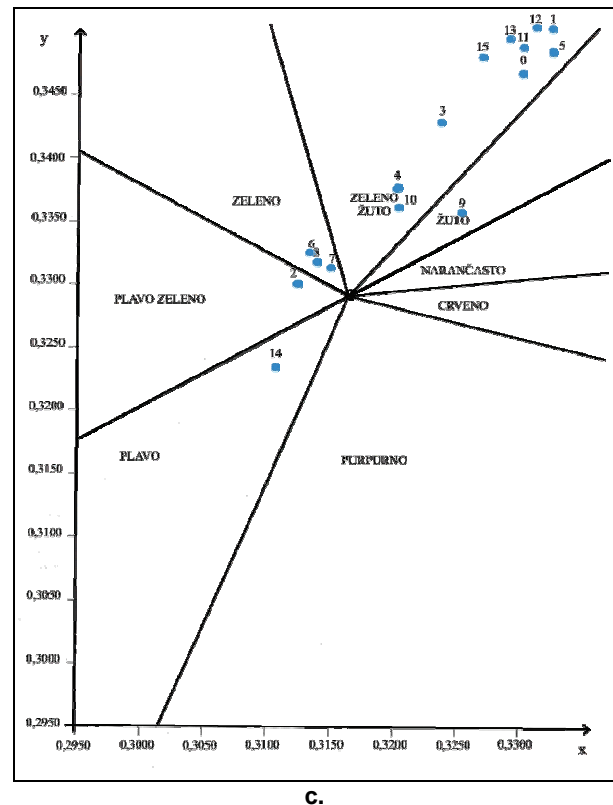
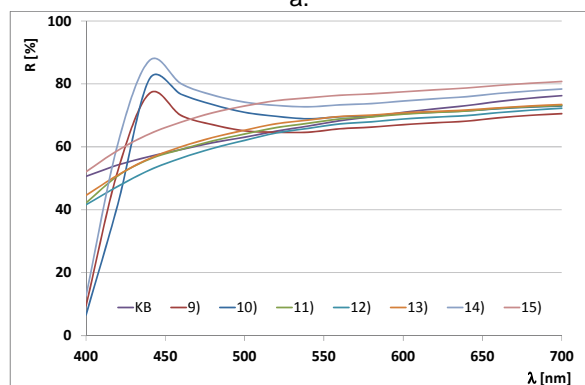
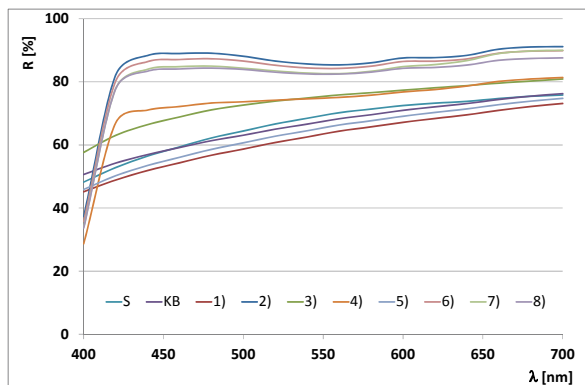
Kako bi se postigao efekt „bjelje od bijelog“; „fosforescentno na fluorescentnom“ te odnos plošnosti i reljefnosti bijele površine, istražene karakteristike osnovnih tiskarskih pasta te njihovih mješavina kako bi se optimizirali efekti na platnu. Sirova tkanina od lana i konoplje, tkana u platno vezu na ručnom tkalačkom stanu početkom 20. st. kemijski je bijeljena u aparatu s bubnjem Mathis u kupelji sastava: 5 ml/l H_2O_2 (35 %), 1 g/l NaOH, 1 ml/l Tinoclarit CBB - organski stabilizator, 3 ml/l vodeno staklo (smjesa Na_2SiO_3 , $Na_2Si_2O_5$) - anorganski stabilizator, 0,1 ml/l Fumexol DF - regulator pjene, 2 ml/l Invatex MD – sekvestrant uz OK 1 : 10 pri $T = 90\text{ }^\circ\text{C}$ u vremenu $t = 60\text{ min}$. Nakon predobrade, platno je isprano u vreloj, mlakoj i hladnoj vodi, neutralizirano s 1,5 % octenom kiselinom, isprano te osušeno na zraku. Kako bi se željeni idejni elementi nanijeli na platno, potrebno ih je prethodno razraditi na folijama po efektima, izraditi šablonu, odabrati tiskarske paste te na kraju otisnuti željeni efekt na obrađeno platno i fiksirati u rasteznom sušioniku Benz na temperaturi $130\text{ }^\circ\text{C}$ i vremenu 2,5 min. Za izradu šablone ravnomjerno s unutarnje i vanjske strane sita nanoseno je 100 g fotoemulzije (Fotecoat 1915 WR) s 0,15 g senzibilizatora za svjetlo (Sensitizer Fotecoat) te osušeno u mraku na temp. $30 - 40\text{ }^\circ\text{C}$. Folija je stavljena na stol za razvijanje koji ima paralelni sustav svjetiljki. Nakon osvjetljivanja od 2 min šablona je isprana pod mlazom vode. Za odabir i optimiranje tiskarske paste korištene su tri tiskarske paste proizvođača CHT-BEZEMA: Transparentna (T) - Printperfekt 226-3; Pokrivna (P) - Printperfekt blank 450 i Bubreća (B) - Printperfekt EX TS-2, same ili u mješavini uz dodatak optičkog bjelila stilben-derivata Uvitex 2BT (Ciba) i/ili fosforescentnog pigmenta (tab.1). Relativni intenzitet fluorescencije, Φ_{rel} izmjeren je na spektrofotometru Spekol uz $\Phi_{rel, standard} = 45$, pojačanje 200x. Izvor svjetla ovog instrumenta je visokotlačna živa žarulja ($\Phi_{max} = 366\text{ nm}$). Na spektrofotometru Spekol određeno je i vrijeme fosforescencije. Tkanina je osvijetljivana 2 minute te je potom mjereno vrijeme potrebno da fosforescencija prestane, t . Mjerenje spektralnih karakteristika provedeno je na remisijskom spektrofotometru Spectraflash SF 600 PLUS-CT, tt. Datacolor. Stupanj bjeline prema CIE (W_{CIE}) - ISO 105-J02:1997 *Textiles - Tests for colour fastness - Part J02: Instrumental assessment of relative whiteness* I indeks požućenja prema DIN 6167:1980 *Description of yellowing of practically white or practically colourless materials* izračunati su automatski. Na osnovu izmjerenih karakteristika od 15 različitih kombinacija odabrane su reprezentativne paste za izradu efekata na platnu za tekstilno sjenilo.

3. Rezultati s raspravom

Najprije su istražene karakteristike osnovnih tiskarskih pasta te njihovih mješavina na platnu (tablica 1, slika 2). Prije objektivnog mjerenja, subjektivno je ocijenjen izgled platna. Uočene su vizualne razlike koje su nastale uslijed različitog sirovinskog sastava pređa. Sirovo platno ima prirodnu smečkastu boju lana i nešto tamnije smeđu boju prirodnu boju vlakna konoplje – kudjelje. Kemijskim bijeljenjem vodikovim peroksidom razgrađuju se primjese i pigmenti, te se bjelina povećala u odnosu na sirovu tkaninu. S obzirom da lan sadrži manji udio lignina (1,5 - 4 %) od kudjelje (4 - 10 %), lan se jače izbijelio te je postignut efekt prošaranog platna. Rezultati objektivnog vrednovanja bjeline to potvrđuju. Tiskanjem transparentnom pastom bjelina se smanjuje, dok se bubrećom i pokrivnom povećava. S obzirom na rezultate bjeline i krivulje remisije, vidljivo je da pokrivna tiskarska pasta sadrži fluorescentne bijele pigmente. Iz dijagrama kromatičnosti vidljiv je značajan pomak u plavo-zelenu područje i gotovo se poklapa s akromatskom točkom. Pokazalo se da u mješavini pasta, pokrivna pasta ima dominantnu ulogu, bez obzira na primijenjenu koncentraciju. Dodatkom optičkog bjelila Uvitex 2BT transparentnoj tiskarskoj pasti, zahvaljujući fluorescenciji [3-7] dolazi do značajnog povećanja bjeline i fluorescencije (paste 9, 10). Ukoliko je fluorescentno optičko bjelilo dodano bubrećoj tiskarskoj pasti, učinci su još jače izraženiji (14), te je upravo iz tog razloga odabrana je za završni tisak na kemijski bijeljeno platno. Dodatkom fosforescentnog pigmenta transparentnoj tiskarskoj pasti, zahvaljujući fosforescenciji dolazi do povećanja bjeline u nižoj koncentraciji, a u dijagramu kromatičnosti vidljiv je pomak k akromatskoj točki; dok se kod veće koncentracije bjelina smanjuje, dolazi do požućenja jer prevladava žuti ton pigmenta.

Tablica 1: Sastav tiskarske paste, bjelina prema CIE (W_{CIE}), indeks požućenja (YI), maksimalna remisija i valna duljina pri kojoj je postignuta (R_{max} , λ_{max}), relativni intenzitet fluorescencije (Φ_{rel}), te vrijeme fosforescencije (t) kemijski bijeljenog platna (KB)

Pasta	Sastav paste	W_{CIE}	YI	R_{max}	λ_{max}	Φ_{rel}	t [s]
S	sirov	21,5	19,48	75,85	700	0	-
KB	Kemijski bijeljen	26,7	17,63	76,27	700	0	-
1	50 g T	15,5	20,48	73,15	700	3,37	-
2	50 g P	88,1	-0,36	91,18	700	2,48	-
3	50 g B	45,6	12,18	80,91	700	5,55	-
4	40 g T + 10 g P	58,3	7,39	81,37	700	2,58	-
5	40 g T + 10 g B	17,5	20,29	74,78	700	4,06	-
6	40 g P + 10 g T	84,8	0,51	89,9	700	2,39	-
7	40 g P + 10 g B	80,8	1,65	90,02	700	2,41	-
8	25 g T + 25 g P	79,9	1,62	87,61	700	2,46	-
9	50 g T + 0,1 g fluor.	75,9	-2,45	81,58	440	39,25	-
10	50 g T + 0,5 g fluor.	76,6	-2,39	76,98	440	47,40	-
11	50 g T + 1 g fosfor.	22,2	17,99	70,95	700	10,91	0,8
12	50 g T + 2 g fosfor.	13,2	20,53	70,85	700	15,05	2,9
13	40 g T + 10 g B + 1g fosfor.	22,7	17,62	73,08	700	12,07	2,4
14	50 g B + 0,5 g fluor.	88,9	-4,89	87,45	440	50,83	-
15	50 g B + 2 g fosfor.	37,4	14,65	80,77	700	13,90	



Slika 2: Kemijski bijeljeno platno, tiskano različitim pastama uz dodatak fluorescentnog optičkog bjelila i fosforescentnog pigmenta: a. i b. remisije krivulje; c. dio dijagrama kromatičnosti

Ukoliko je fosforescentni pigment dodan bubrečoj tiskarskoj pasti ili mješavini bubreće i transparentne paste, bjelina se povećava jer do izražaja dolaze bijeli pigmenti iz tiskarske paste. Stoga je pasta (15) odabrana za tisak na kemijski bijeljeno platno. Usporedimo li vrijeme fosforescencije pigmenta primijenjenih u transparentnoj i u bubrečoj tiskarskoj pasti, vidljivo je da je ono nešto dulje kod transparentne paste. Poznato je da na konačni učinak fluorescentnih sredstava utječe sušenje nakon pranja, jer izloženost suncu i izlaganje umjetnim izvorima svjetla može izazvati različite fotokemijske reakcije [8], pa je za očekivati da bi sjenilo nakon nekog vremena upotrebe moglo požutjeti. Ova spoznaja predmet je daljnjih istraživanja.

4. Zaključak

U ovom radu luminiscencije su element za dizajn tekstila u Bauhaus stilu. Tehnika korištena pri kreiranju idejnih rješenja bio je kolaž, a u tehnološkom dijelu realizacije idejnih rješenja korištena je metoda tiska na platnu od lana i konoplje. Kako bi se postigao efekt „bjelje od bijelog“; „fosforescentno na fluorescentnom“, te odnos plošnosti i reljefnosti bijele površine, istražene karakteristike osnovnih tiskarskih pasta te njihovih mješavina kako bi se optimizirali efekti na platnu.



Slika 3: Završni proizvod „Ormarić - lampica s tekstilnim sjenilom“ pod različitim rasvjetom

Bijelo drveno postolje i platneno sjenilo, igra jednostavnih linija, bjelje od bijelog, stvara jednu cjelinu: „Ormarić-lampicu s tekstilnim sjenilom“. Izrađena tekstilna sjenila vrlo su jednostavan proizvod koji ne bi previše dominirali u prostoru u kojem bi se primjenjivali, no stvarali bi specifičnu atmosferu i odražavali upravo ono što se samom idejom htjelo postići: moderan decentni izgled, minimalizam boja, mogućnost uklapanja u bilo koju vrstu interijera.

Literatura

- [1] Lidwell, W.; Holden, K. & Butler J.: *Univerzalna načela dizajna*, Mate d.o.o., ISBN 953-246-018-7, Zagreb, (2006.)
- [2] Scheper, D. i sur.: *Bauhaus osobno: Zbirka Marie-Luise Betlheim Weimar – Zagreb*; UPI-2M PLUS d.o.o., ISBN 9789537703011, Zagreb, (2011.)
- [3] Soljačić I.: O optičkim bjelilima, *Tekstil*, **21** (1972) 5, str. 378 - 396, ISSN 0492-5882
- [4] Soljačić I., Grancarić A. M., Ispitivanja efekata optičkih bjelila na tkaninama poliester/pamuk bijeljenjem vodikovim peroksidom, *Tekstil*, **26** (1975) 3, str. 173 - 181, ISSN 0492-5882
- [5] Grancarić, A. M. & Tarbuk, A: Quenching of Fluorescence in World of Whiteness; *AIC 2009 Proceedings of the 11th Congress of the International Colour Association*; Smith, D. et al. (ur.), ISBN 1877040 76 2, Sydney, Australia, The Colour Society of Australia, Inc., (2009), str. 395 - 401.
- [6] Grancarić, A. M. et al: The Fluorescence of Sunprotected White Cotton Fabrics; *Book of Papers of AIC 2004 – Color and Paints*, Caivano, Jose (ur.), Porto Alegre, Brazil, Brazilian Color Association (2004), str. 125 - 128.
- [7] Grancarić, A. M., Jakovljević, J. & Tarbuk, A.: The Fluorescence and Phosphorescence Superponed Effect on Cotton Fabrics, *Book of Papers of the 10th Congress of the International Colour Association AIC Colour 2005*, Romero, J. (ur.). University of Granada, Granada, Spain, (2005), str. 1163 - 1166.
- [8] Dekanić, T., Pušić, T. & Soljačić, I.: Impact of artificial light on optical and protective effects of cotton after washing with detergent containing fluorescent compounds, *Tenside Surf. Det.*, **51** (2014) 5, str. 451 - 459, ISSN 0932-3414

Autori:

Dijana LUKUNIĆ, mag. ing.; Doc. dr. sc. Anita TARBUK, Doc. dr. sc. Ana SUTLOVIĆ
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb

Tel: +385 1 48 77 358
+385 1 48 77 365

Fax: +385 1 48 77 354

E-mail: anita.tarbuk@tff.hr
ana.sutlovic@tff.hr

FUNKCIONALIZACIJA PAMUČNE TKANINE ZA SMANJENJE GORIVOSTI I DOBIVANJE TRAJNIH NABORA SHIBORI TEHNIKOM

FUNCTIONALIZATION COTTON FABRIC FOR FLAME RETARDANCY AND DURABLE FOLDING USING SHIBORI TECHNIQUE

Tina MARINOVIĆ; Sandra FLINČEC GRGAC & Irena ŠABARIĆ

Sažetak: Istraživana je mogućnost primjene limunske (CA) i maleinske kiseline (MA) u kombinaciji s ekološki povoljnim bezhalogenidnim organofosforom (BHOF) protiv gorenja za postizanje višefunkcionalnih svojstva pamučnog materijala. Pamučna tkanina je obrađena s navedenim polikarboksilnim kiselinama u svrhu dobivanja postojanih nabora Arashi Shibori tehnikom. Krajnji rezultat obrađene tkanine je izrada sjenila lampe s trajnim naborima koje se odlikuje svojstvom negorivosti.

Abstract: The possibility of citric (CA) and maleic acid (MA) usage in combination with an environmentally favourable free halogenide organophosphorus (BHOF) flame retardant agent to achieve multifunctional cotton material was investigated. Cotton fabric was treated with above listed polycarboxylic acids to obtain persistent wrinkles with Arashi Shibori technique. The result is the production of non-combustible shadows for lamps with persistent pleats.

Ključne riječi: organofosfori bez halogenidni spoj, limunska kiselina, maleinska kiselina, obrada protiv gorenja i gužvanja, nabiranje Arashi Shibori tehnikom.

Keywords: free halogenide organophosphorus agent, citric acid, maleic acid, flame retardant and wrinkles finishing, Arashi Shibori wrinkling technique.

1. Uvod

Da bi se smanjilo zagađivanje okoliša mnogi znanstvenici provode istraživanja kako izvršiti različite postupke predobrade, obrade i završnog oplemenjivanja s ekološki povoljnim sredstvima, a da pritom postignu jednako kvalitetna željena svojstva. Obrade protiv gužvanja i gorenja celuloznih materijala nastale su radi poboljšanja svojstva tekstilnog materijala. U navedenim procesima uporabom komercijalnih sredstava dolazi do oslobađanja formaldehida koji predstavlja veliki problem pri uporabi zbog utvrđene štetnosti. Znan iskorak u razvoju i obradi celuloznih materijala protiv gužvanja sa sredstvima koji ne sadrže slobodan formaldehid pokazao se uporabom polikarboksilnih kiselina [1-3]. U ovom radu ispitala se mogućnost primjene ekološki povoljnijih sredstva protiv gužvanja i gorenja na pamučnom materijalu. Svrha obrade protiv gužvanja pamučnih materijala nastala je kao posljedica želje za dobivanje postojanih nabora Shibori tehnikom te se tako pripremljeni materijal koristio za izradu sjenila svjetiljke. Tehnika koja je izabrana kao inspiracija za postizanje nabora na pamučnoj tkanini proizlazi iz podvrste Shibori tehnike, a naziva se Arashi [4]. Nabori su dobiveni pomoću široke glatke cijevi oko koje se omata tkanina i zatim nabire, a nabori izgledaju poput plisirane tkanine. U kupelj za obradu dodano je sredstvo za smanjenje gorivosti na bazi bez halogenidnog organofosfornog spoja kako bi se spriječila mogućnost zapaljenja. Rezultati mjerenja otpornosti pamučnog materijala na gužvanje i gorenje pokazali su se zadovoljavajućim.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Materijal i metode

U tablici 1 navedene su glavne karakteristike primijenjenog materijala.

Tablica 1: Karakteristike tkanine

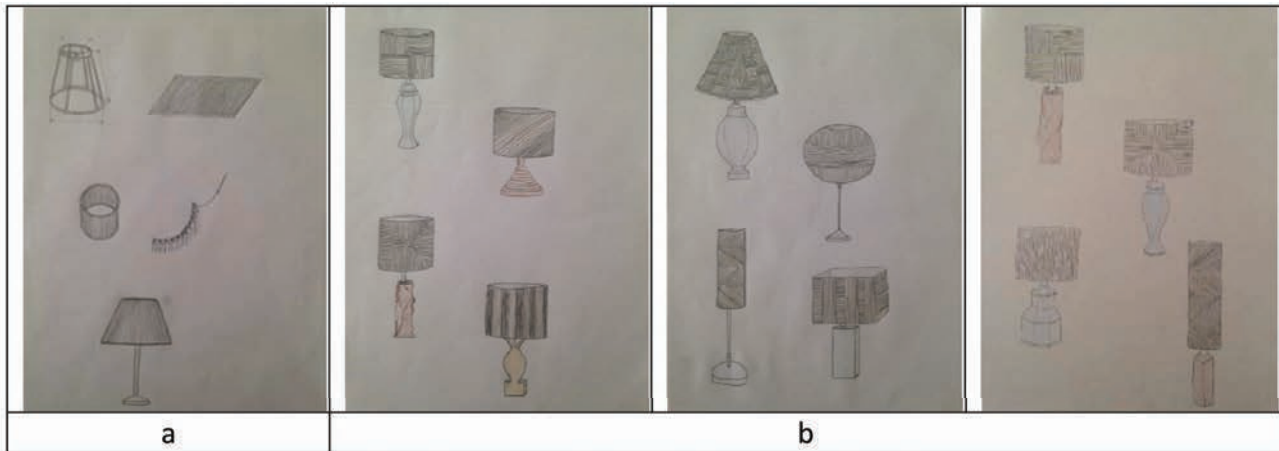
Proizvođač	Kulturna baština obitelji Šabarić
Sirovinski sastav	100% pamuk
Gustoća osnove	20 niti/cm
Gustoća potke	16 niti/cm
Vez	Platno
Površinska masa materijala	257 g/m ²

Celulozni pamučni materijal obrađen je s dvije kupelji koje se međusobno razlikuju po upotrijebljenim polikarboksilnim kiselinama, a sastav kupelji prikazan je u tablici 2. Pamučna tkanina je obrađena postupkom nanošenja kupelji na fularu uz efekt cijedenja 80 – 100 %. Temperature i vremena sušenja i termokondezacije za oba uzorka prikazani su u tablici 2, a postupak je proveden na rasteznom sušioniku tvrtke Benz. Dio uzorka nakon provedenih postupka obrade je opran prema zahtjevima danim u ISO EN 6330 : 2000 sa standardnim deterdžentom bez optičkog bjelila.

Tablica 2: Sastav kupelji, parametri sušenja i termokondenzacije

Apretura	BHOFS, g/l	CA, g/l	MA, g/l	SHP g/l	Ts, °C	ts, s	Tk, °C	tk, s
Apl	400	75	-	65	110	120	170	90
Apll	400	-	75	65	110	120	170	90

Idejni uzorci materijala za sjenila lampe napravljeni Shibori tehnikom prikazani su na slici 1. Postoji puno različitih načina vezanja, savijanja, nabiranja, stiskanja odnosno kombiniranja nabiranja tkanine Shibori tehnikom što rezultira različitim uzorcima.



Slika 1: Izrada mape za odabir izgleda sjenila lampe: a. idejna skica konstrukcije, b. različiti modeli sjenila lampe

Na neobrađenim i obrađenim uzorcima prije i nakon provedenog ciklusa pranja određeni su kutovi oporavka u suhom u skladu s uvjetima danim u standardu HRN F. S2. 018.

Prekidne čvrstoće neobrađenih i obrađenih pamučnih materijala ispitane su na dinamometru MESDAN-LAB u skladu sa zahtjevima danim u ISO 13934/1–EN ISO13934/1. Svi uzorci prije ispitivanja su kondicionirani, a uvjeti ispitivanja su bili sljedeći: dimenzije ispitivanog uzorka 100 mm x 50 mm, brzina istezanja 100 mm/min, preopterećenje 2 N.

Svojstva neobrađenih i obrađenih uzoraka prije i nakon pranja s obzirom na zapaljivost određena su vrijednostima graničnog indeksa kisika (LOI) prema standardu ASTM D 2863-97 na instrumentu Dynisco LOI Chamber. Ispitivanje je provedeno na uzorcima dimenzija 14 x 5,2 cm koji su prethodno kondicionirani 24 sata u standardnoj atmosferi (T=65 ±2°C, RH=65 ± 2%). Kao granica za kategoriju lako zapaljivih i teže zapaljivih vlakana uzima se vrijednost indeksa kisika, kako slijedi: LOI ≤ 20 lako zapaljiva vlakna, 27 ≥ LOI > 20 sporo goriva vlakna, LOI > 27 samogaseća vlakna

LOI (%) vrijednost izračunava se prema sljedećem izrazu danom u standardu:

$$LOI[\%] = \frac{O_2}{O_2 + N_2} \cdot 100 \quad (1)$$

O_2 – volumni protok kisika, cm³/s, pri određenim koncentracijama danim u tablicama iz standarda

N_2 – odgovarajući volumni protok dušika, cm³/s, dan u tablicama iz standarda

Uzorci tkanina nakon provedenih postupaka obrade za dobivanje višefunkcionalnih svojstva i provedenog ciklusa pranja podvrgnuti su metodi stvaranja nabora na predmetu cjevastog oblika metodom Arashi Shibori (slika 2).



a.

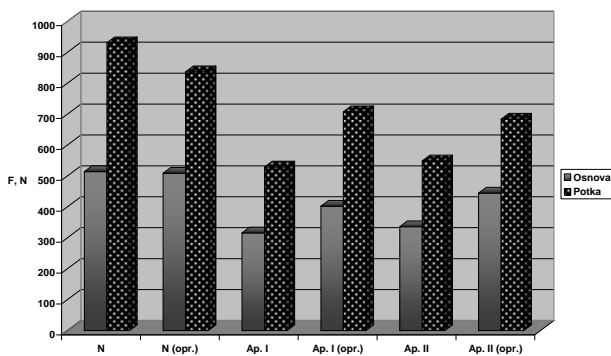


b.

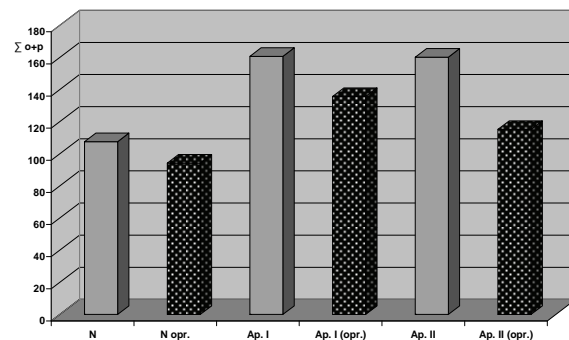
Slika 2: a. nabiranje tkanine na predmetu cjevastog oblika; b. uzorak tkanine s postojanim naborima

3. Rezultati i rasprava

Mehanička svojstva neobrađenih i obrađenih pamučnih materijala prije i nakon provedenog procesa pranja ispitana su mjerenjem prekidnih čvrstoća čije su vrijednosti prikazane na slici 3 a.



a.



b.

Slika 3: Usporedba rezultata neobrađenih i obrađenih pamučnih materijala prije i nakon provedenog ciklusa pranja: a. prekidne sile, b. suma kutova oporavka α_{60} (°) osnove i potke

Iz dobivenih rezultata jasno je vidljivo smanjenje prekidne čvrstoće u smjeru osnove i potke kod svih uzoraka. Nakon provedenog procesa pranja obrađenih uzoraka zabilježen je porast prekidne čvrstoće u smjeru osnove i potke. Nastali porast prekidne čvrstoće obrađenih materijala nakon pranja može biti uzrokovan porastom gustoće broja potkinih i osnovinih niti u jedinici površine.

Iz dobivenih rezultata kuteva oporavka prikazanih na slici 3b vidljiv je porast vrijednosti na pamučnim materijalima nakon provedenih obrada. Bolja svojstva pokazuje uzorak obrađen apreturom I. Vidljivo je da i nakon provedenog procesa pranja uzorak obrađen apreturom I ima znatno veći kut oporavka u odnosu na neobrađen materijal. Iz rezultata možemo zaključiti da je došlo do umrežavanja sredstva za postizanje višefunkcionalnih svojstva s celulozom što će osigurati dobivanje postojanih nabora metodom Arashi Shibori.

Tablica 2: Prikaz vrijednosti LOI [%] za uzorke obrađene sredstvima protiv gorenja

UZORCI	Vrijeme gorenja [s]	LOI [%]
Neobrađen	107	19
Neobrađen (opr.)	138	19
Ap. I	82	30
Ap. I (opr.)	58	25
Ap. II	73	28
Ap. II (opr.)	108	20

Iz dobivenih vrijednosti graničnog indeksa kisika prikazanih u tablici 2 jasno je vidljivo da uzorak obrađen apreturom I pokazuje bolju otpornost prema gorenju i nakon provedenog ciklusa pranja. S obzirom na LOI od 25 %, takav uzorak se ubraja u sporo gorive materijale što je od izuzetne važnosti za materijale koji se upotrebljavaju za uređenje interijera.

4. Zaključak

U radu je proučavana mogućnost primjene polikarboksilnih kiselina (limunske i maleinske) uz dodatak sredstva za smanjenje gorenja koje je ekološki prihvatljivije, a sve u svrhu dobivanja postojanih nabora Arashi Shibori tehnikom na celuloznoj tkanini namijenjenoj izradi sjenila svjetiljke.

Iz dobivenih rezultata karakterizacije termičkih i mehaničkih svojstava jasno je vidljivo da najbolje rezultate pokazuje pamučni materijal obrađen apreturom I te je korišten za izradu sjenila. Navedeni rezultati daju daljnje smjernice za istraživanja u smjeru razvoja postojanih višefunkcionalnih obrada s ekološki prihvatljivim spojevima i katalizatorima.

Na slici 4 prikazano je kako kroz pamučni materijal prolazi svjetlost žarulje te kakav je vizualni efekt svjetiljke u prostoru. S obzirom da je pamučna tkanina stara oko 100 godina i ručno tkana, nastojano je da i postolje bude od prirodnog materijala te je izrađeno od neobrađena drveta.



Slika 4: Prikaz dizajna lampe s upaljenim svjetlom: a. po danjem svjetlu, b. noću

Literatura

- [1] Schramm C.; Bischof Vukusic, S. & Katovic, D.: Non-formaldehyde durable press finishing of dyed fabrics: Evaluation of cotton-bound polycarboxylic acids, *Coloration Technology*, **118** (2002) 5, str. 244-249, ISSN 1472-3581
- [2] Katovic, D. i sur.: Crosslinking Cotton with Citric Acid and Organophosphorus Agent for the Purpose of Flame Retardant Finishing, *The 85th Textile Institute World Conference*, Ariadurai, S. (Ed.), str. 820-825, ISBN 953-6307-76-6, Colombo, 1–3 March, Sri Lanka, (2007)
- [3] Flinčec Grgac, S. i sur.: Thermal and FT- IR analysis of cotton fabrics treated with two different Flame Retardant agents, *Book of Proceedings of the 5th International Textile, Clothing & Design Conference – Magic World of Textiles*, Dragčević, Z. (Ed.), str. 318-323, ISSN 0955-6222, October, 2010., Faculty of Textile Technology, Zagreb, (2010)
- [4] Southan, M.: *Shibori Designs & Techniques*, Search press Limited, ISBN 978-1-84448-269-6, Great Britain, (2008)

Zahvala

Ovo je istraživanje provedeno u okviru Potpore 1 po području – Tehničko područje čija je šifra TP1.86 financirane od strane Sveučilišta u Zagrebu.

Autori:

Doc. dr. sc. Sandra FLINČEC GRGAC; Doc. dr. sc. Irena ŠABARIĆ, Tina MARINOVIĆ, mag. tekstil. teh.

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 4877 358

+(385) (1) 3712 554

Fax: +(385) (1) 4877 352

E-mail: sflincec@tff.hr,

isabarić@tff.hr

tinamarinovic85@gmail.com

KONSTRUKCIJA TEKSTILNIH NOSIVIH ANTENA

TEXTILE WEARABLE ANTENNAS CONSTRUCTION

Željko PENAVAL; Branimir IVŠIĆ & Davor BONEFAČIĆ

Sažetak: *Osobni komunikacijski sustavi na ljudskom tijelu dio su četvrte generacije bežičnih mobilnih komunikacijskih sustava (4G). Sastavni dio takvih sustava su antene koje moraju osigurati radijski prijenos signala izvan i unutar tijela, ovisno o primjeni. Nosiva antena je stoga veza koja integrira tkanine u komunikacijski sustav, čineći elektroničke uređaje manje primjetnima. Kod izbora i konstrukcije antena za ugradnju ili izradu iz tekstilnih materijala pojavljuju se dva osnovna problema, a to su dielektričnost i eventualni gubici u tekstilnim materijalima, te tendencija savijanju, gužvanju i apsorpciji vlage kako iz okoline tako i od samog ljudskog tijela. Danas se, osim klasičnih lijepljenih bakrenih traka na tekstilu, za konstrukciju nosivih antena koriste specifični vodljivi tekstilni materijali kako bi antena bila integrirana u odjeći i dijelila iste karakteristike kao i svakodnevna odjeća - udobnost, nenametljivost, estetska privlačnost, perivost, elastičnost i sl. Prijelaz na konstrukciju potpuno tekstilnih antena može se smatrati sljedećim korakom u razvoju i projektiranju antena. Primjenom dostupnih tekstilnih materijala za izradu vodljivih dijelova, uz već postojeće nevodljive (podloge), postiže se potpuna integracija antene u odjeću pri čemu treba paziti na razne elemente koji izravno utječu na učinkovitost takvih antena. Iz prikazanih činjenica i rezultata, te primjera konstrukcije nosivih tekstilnih antena izvučeni su i odgovarajući zaključci i smjernice za dalja istraživanja.*

Abstract: *Personal communication systems on the human body are part of the fourth generation of wireless mobile communication systems (4G), and represent one of the challenges of modern communication science and technology. An integral part of such systems are antennas that must ensure the radio transmission of signals inside and outside the body, depending on the application. Wearable antenna is therefore a bond that integrates fabric in a communication system, making electronic devices less noticeable. In selection and construction of the antenna for mounting or drafting on textile materials, two problems typically appear: namely the permittivity and possible loss in textile materials, as well as the tendencies of bending, creasing and absorption of moisture from the environment and the human body. Today, in addition to classical laminated copper tracks on textiles, specific conductive textile materials for the construction of wearable antenna are used to integrate the antenna into clothing and to make them share the same characteristics as well as everyday clothes, i.e. to be comfortable, unobtrusive, aesthetically appealing, washable, flexible etc. The transition to the construction of a full-textile antenna can be considered as the next step in the design and development of antenna. The application of available fabrics for making conductive parts, with existing non-conductive antenna substrates, enables complete integration of the antenna into clothes whereby various elements directly affect the effectiveness of such antennas. From the facts and results given in the paper, as well as examples of manufactured structures, appropriate conclusions and directions for further research in the field of wearable antennas have been outlined.*

Ključne riječi: *nosiva antena, vodljivost, tekstilni materijali, dielektrična svojstva*

Keywords: *wearable antenna, conductivity, textile materials, dielectric properties*

1. Uvod

Moderni prijenosni elektronički uređaji postali su dio svakodnevice ljudskog života. Već danas pojavljuju se situacije da osoba treba uz sebe, na sebi ili u sebi nositi niz uređaja i senzora, uključujući medicinske senzore koji stalno komuniciraju jedni s drugima i s vanjskim svijetom [1]. Stoga su osobni komunikacijski sustavi na ljudskom tijelu dio četvrte generacije bežičnih mobilnih komunikacijskih sustava (4G), te predstavljaju jedan od suvremenih izazova komunikacijske znanosti i tehnologije. Sukladno tome, nova generacija odjeće bit će u mogućnosti osjetiti, razmjenjivati podatke i prikupljenu energiju na jedan nenametljiv način [2]. Sastavni dio takvih sustava su antene koje moraju osigurati radijski prijenos signala izvan i unutar tijela, ovisno o primjeni. Nosiva antena je stoga veza koja integrira tkanine u komunikacijski sustav, čineći elektroničke uređaje manje primjetnima. Za postizanje dobrih rezultata, nosive antene moraju biti tanke, lagane, jednostavne za održavanje, snažne, jeftine i trebaju se lako integrirati u radiofrekvencijske (RF) sklopove i uređaje. Razvoj takvih nosivih antena usmjeren je, između ostalih, na frekvencijski pojas ISM 2,45 GHz zbog njegove gotovo globalne dostupnosti. Zbog svojih fizikalnih karakteristika u razvoju nosivih antena za odjeću koriste se sljedeći tipovi: ravni dipoli, monopoli, ravne inverzno-F antene (tzv. PIFA antene), kao i mikrotrakaste antene. Posebno su prikladne PIFA antene koje se po svojim dimenzijama i

ostalim karakteristikama mogu ugraditi na razna mjesta na odjeći, primjerice na rukav odjevnog predmeta [3]. PIFA-antene su ustvari vrsta skraćenih mikrotrakastih antena čija je rezonantna izmjera četvrtina valne duljine ($\lambda/4$). Zračni element (tzv. *patch*) paralelan je s reflektorskim elementom antene (uzemljenom ravninom, *ground plane*). Dakle, zbog svoje plošnosti one mogu biti integrirane u tkaninu na minimalno uočljiv način. Općenito, planarne i mikrotrakaste antene su dobri kandidati za funkciju nošenja elektroničke aplikacije uz ljudsko tijelo, jer uglavnom zrače okomito na ravninsku strukturu pa reflektorski element same antene učinkovito štiti ljudsko tijelo od zračenja [4]. Kod izbora i konstrukcije antena za ugradnju ili izradu u tekstilnim materijalima pojavljuje se nekoliko osnovnih problema, a to su dielektričnost i eventualni gubici u tekstilnim materijalima, tendencija savijanju i gužvanju kao i apsorpciji vlage kako iz okoline tako i od samog ljudskog tijela. Spomenuti elementi izravno utječu na frekvencijske i dimenzijske karakteristike antene, a time i na pojasnu sposobnost i učinkovitost antene. Posebni zahtjevi za projektiranje nosivih antena su stoga: ravninska struktura, fleksibilni vodljivi materijali u zračnom i reflektorskom elementu, te fleksibilni dielektrični materijali [4]. Danas se, osim klasičnih lijepljenih bakrenih traka na tekstilu, za konstrukciju nosivih antena koriste specifični vodljivi tekstilni materijali, poznati pod nazivom elektrotekstil, koji su već dostupni na tržištu. Usporedo s elektrotekstilijama, obični tekstilni materijali se koriste kao dielektrične podloge i izolatori. Intencija ovog rada je ukazati na osnovnu problematiku konstrukcije i razvoja nosivih „tekstilnih“ antena uz davanje određenih smjernica kod odabira i analize tekstilnih materijala, vodljivog tekstila i dielektrika za naredna istraživanja u oblikovanju i razvijanju nosivih antena.

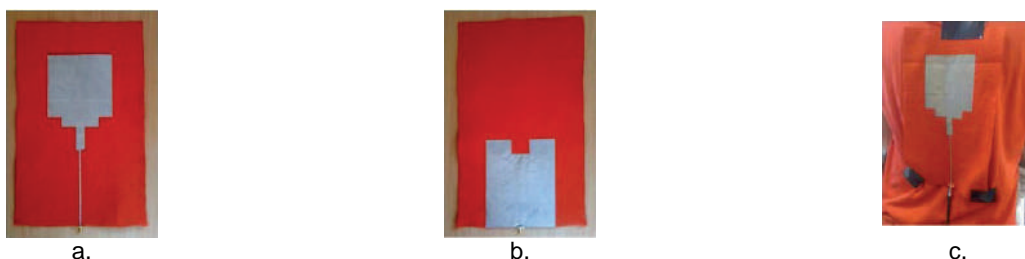
2. Tekstilni materijali za nosive antene

Najčešći pristup u projektiranju nosivih antena je ugradnja ili izgradnja planarnih antena na ili u odjeći, odnosno korištenje tekstila kao podloge ili pak kao konstrukcijskog materijala antene. Takav pristup potaknuo je opsežno istraživanje o dielektričnim svojstvima tekstila koji se koristi u odjeći kao i istraživanja vodljivih tekstilija (elektrotekstil) koji se mogu koristiti za izradu vodljivih dijelova antene. Interakcija između nosive antene i tekstilnih materijala je trostruka, pa svaki aspekt treba uzeti u obzir kao specifičan problem kod dizajna nosivih antena [2]:

- Upotreba odjeće kao nosača za antene,
- Korištenje odjeće ili tkanine za dielektrične elemente (dijelove) antene,
- Izrada vodljivih dijelova antene pomoću vodljivog tekstila (tkanine, pređe i sl.).

2.1 Odjeća kao nosač nosivih antena

Što se tiče prvog aspekta, u [2] je istraživao utjecaj odjeće na ugrađenu antenu stavljanjem antene na leđa korisnika, kako je prikazano na slici 1, nakon čega je provedeno dodatno odijevanje nositelja s uobičajenom odjećom (kaputi, veste, jakne) koja se koriste u raznim dnevnim aktivnostima. Utvrđeno je da taj postupak na učinak antene djeluje tek neznatno čak i za tešku i debelu odjeću, poput skijaških jakni i sl.



Slika 1: Postavljanje antene na odjeću: a) pri vrhu; b) pri dnu; c) na leđima [2]

S druge strane, kada je antena postavljena izravno na ljudsko tijelo efikasnost zračenja je iznosila čak i ispod 10 % za neke frekvencije unutar raspona kojeg bi antena trebala potpuno pokrivati. Kako bi popravili nisku učinkovitost istraživači su postavili antenu s pustenom podlogom te su utvrdili da je to jednostavno rješenje oporavilo učinkovitost zračenja za oko 40 % u višim frekvencijskim pojasevima i oko 90 % u nižim pojasevima. Takvi rezultati jasno ocrtavaju potrebu izolacije antene od utjecaja ljudskog tijela smještajući je na većoj udaljenosti od tijela, ili postavljajući antenu s adekvatnim izolatorom odnosno ubacivanjem pravilno proračunatog antenskog reflektora (*ground plane*).

2.2 Tekstilni materijali kao konstrukcijski dielektrični element antene

Drugi element u dizajnu nosive antene je izbor odgovarajuće tekstilne podloge koja može djelovati kao dio antene. U pravilu to su dielektrični materijali, a njihova česta karakteristika je niska relativna permitivnost i

nedovoljna konzistentnost što utječe na rezonantnu frekvenciju i širinu (frekvencijskog) pojasa kod antene tako da se u konačnom i preciznom dizajnu antena takav utjecaj na ukupni antenski učinak ne može posve zanemariti.

Najvažniji parametar dielektrika je permitivnost, a obično se izražava kao kompleksni broj $\tilde{\epsilon}$:

$$\tilde{\epsilon} = \epsilon_0 \cdot \tilde{\epsilon}_r = \epsilon_0 \cdot (\epsilon_r' - j \cdot \epsilon_r'') \quad (1)$$

gdje je ϵ_0 dielektrična konstanta vakuuma (8.854×10^{-12} F/m).

Dielektrična svojstva nekog materijala, pa tako i tekstilnih materijala, ovise o frekvenciji, temperaturi i površinskoj hrapavosti, kao i o sadržaju vlage, čistoći i homogenosti materijala [2]. Realni dio kompleksne permitivnosti, ϵ_r' , naziva se relativna permitivnost ili dielektrična konstanta sredstva, dok se omjer imaginarnog dijela u odnosu na realni dio naziva tangens gubitaka, $tg \delta = \epsilon_r''/\epsilon_r'$.

Kako su tekstilni materijali anizotropni materijali njihova dielektrična svojstva ovise i o smjeru djelovanja električnog polja. Ta je anizotropija je potpuno opisana pomoću tenzora permitivnosti, ali je specifična komponenta tog tenzora dovoljna da okarakterizira ponašanje tekstilnog materijala samo za određenu primjenu. Iz toga proizlazi da relativna permitivnost opisuje ponašanje materijala koji su testirani pod djelovanjem određene frekvencije i specifičnog smjera električnog polja.

Međutim, tekstilni materijali su grubi, porozni i heterogeni, između vlakana je prisutan zrak, što sve otežava njihovu karakterizaciju. Iz tog razloga točno mjerenje dielektričnih karakteristika tekstila predstavlja veliki izazov pa se u tu svrhu koriste razne tehnike, a najjednostavnije su i najviše obećavaju one tehnike koje se temelje na mjerenju ponašanja prijenosnih vodova.

Općenito, na mikrovalnim frekvencijama tekstil ima vrlo niske vrijednosti relativne permitivnosti, jer je vrlo porozan, a prisutnost zraka približava relativnu permitivnost na jedinicu. Takva niska relativna permitivnost ima i svoje prednosti jer smanjuje gubitke površinskih valova odnosno time povećava širinu frekvencijskog pojasa antene, omogućujući razvoj antena s prihvatljivom učinkovitosti zračenja i s visokim dobitkom. Uza sve navedeno, pri karakterizaciji dielektričnog ponašanja tekstila mora se uzeti u obzir sposobnost vlakana da apsorbiraju vlagu, čime se vrijednost relativne permitivnosti mijenja i to znatno utječe na radnu frekvenciju antene.

Količina vlage koju materijal upija dok se ne postigne ravnoteža jako ovisi o vrsti materijala a definira se omjerom mase apsorbirane vlage u uzorku u odnosu na masu suhog uzorka i izražava u postocima. Kod istih uvjeta, razna tekstilna vlakna apsorbiraju različiti sadržaj vlage. Na primjer, za vunena vlakna to je 14.5 %, za pamuk je 7.5 %, a za poliesterska vlakna je 0.2 %. Relativna permitivnost vode je $\epsilon_r' = 78$ na 2.45 GHz i 25 °C. Zato, kad se vlaga apsorbira u tekstilna vlakna ili je zarobljena u strukturi tkanine, ona iz temelja mijenja elektromagnetska svojstva tkanina, povećavajući njihovu relativnu permitivnost i tangens gubitaka. Iz tog razloga apsorbirana vlaga koja može biti i zarobljena u tekstilnim komponentama antene dramatično mijenja ponašanje antene, smanjujući njezinu rezonantnu frekvenciju i širinu (frekvencijskog) pojasa. Pored utjecaja na dielektričnost, kada tekstilna vlakna upijaju vlagu ona nabubre u poprečnom i uzdužnom smjeru, uzrokujući stezanje tkanina koje opet izravno utječe na stabilnost dimenzija tkanina i posljedično na stabilnost dimenzija antene, a time na ponašanje antene. Štoviše, kada vlakna apsorbiraju vlagu, to je egzotermna reakcija i oslobođena toplina za vlaženje je najveća za vlakana s visokom moći apsorpcije. To utječe na temperaturu a time i na elektromagnetska svojstva materijala. Dakle, čak i klimatske promjene koje mijenjaju relativnu vlažnost zraka ili voda u okolišu, snijeg, led, utjecat će na izvedbu tekstilnih antena. Kada se antena koristi blizu ljudskog tijela, tkanina će apsorbirati vlagu iz kože. Stoga, materijali s niskim omjerom mase apsorbirane vlage u uzorku u odnosu na masu suhog uzorka, u prednosti su za korištenje kao antenske podloge, a isto vrijedi i za tekstilne vodljive komponente antena.

2.3 Vodljivi tekstil u funkciji konstrukcije antene

Najveći je izazov kada je u pitanju konstrukcija nosive antene jest pogodan oblik izrade vodljivog dijela za nošenje antene na ili u odjeći. Kod razvoja antenskog prototipa, najčešće se za vodljive dijelove koriste tanke bakrene trake koje su dovoljno fleksibilne za laboratorijska ispitivanja. Zato se u većini dosadašnjih znanstvenih radova nailazi na obradu takvog koncepta antene [4]. Međutim, u stvarnom svijetu, antena mora biti integrirana u odjeći i treba dijeliti iste karakteristike kao i svakodnevna odjeća - udobnost, nenametljivost, estetska privlačnost, perivost, elastičnost i sl. Takvi zahtjevi jasno daju poticaj za izravno ušivanje vodljivih niti (ili tkanine) u odjeću jer time antena uistinu postaje sastavni dio odjeće. Iako primjena metalnih niti u odjeći seže sve do davnih vremena za zaštitne oklope i ukrasne svrhe, i danas se teoretski može koristiti za električne funkcije. Fokus se istraživanja u tekstilnoj industriji danas se pomaknuo prema proizvodnji vodljivih

niti koje će zadovoljiti sve navedene zahtjeve [5]. Takva vrsta tekstilnih materijala naziva se pametni tekstil ili elektro-tekstil (e-tekstil). Postoje tri glavna načina za izradu vodljivih vlakana odnosno pređe:

- miješanje (punjenje) vlakana s česticama ugljika ili metala,
- naparivanje vlakana i pređe s vodljivim polimerima ili metalom,
- upredanje vlakana koji su u potpunosti izrađeni od vodljivog materijala.

Zbog smanjenja cijene i održanja drugih dobrih osobina klasičnog tekstila, u procesu proizvodnje vodljive pređe i tkanina vodljiva vlakna se obično miješaju s nevodljivim. Ipak, u električnom smislu, vodljivi tekstil se znatno razlikuje od npr. bakrene pločice što dodaje još jedan sloj kompleksnosti u konstrukciji nosive antene. Problematika primjene vodljivih niti kod aplikacije e-tekstila za konstrukciju nosivih antena svodi se na:

- Udaljenost između vodljivih vlakana koja ograničava najveću korisnu frekvenciju (jer je struktura nedovoljno homogena za manje valne duljine). Osim toga, rijetka mreža ne može podržati pojavu svih mogućih struja koje se javljaju blizu točke antenske uzbuđene,
- Kod nemetalnih vlakana postoji ograničena vodljivost (obično i do reda veličine 10^4 S/m,
- Kod nekih e-tekstila javlja se preferirani smjer protoka struje, ovisno o smjeru polaganja vodljivih vlakana što ograničava poželjni smjer protoka struje, dakle nepoželjna anizotropna elektromagnetska svojstva,
- Nepovezani i nezaštićeni dijelovi vodljivih niti koji se duž tkanine pojavljuju nepravilno zbog oksidirane površine,
- Vlakna ispunjena česticama ugljika ili metala mogu biti električki nehomogena, ako proizvodni proces nije savršen, što vodi prema prevelikim zahtjevima u proizvodnji.

Glavni zahtjev kod izrade vodljive tkanine je osigurati otpornost površine manje od $1\Omega/\text{sq}$ što za tkaninu debljine 0,1 mm odgovara vodljivost od $\sigma=10^4$ S/m. Neke tržišno dostupne tkanine već prelaze taj limit i postižu vodljivost blisku bakru do reda veličine $\sigma_{\text{Cu}}=5,81 \cdot 10^7$ S/m. Iz toga je vidljivo da danas dostupne vodljive tkanine pokazuju potencijal zamijeniti pravi vodič u tehničkom smislu, a granica je još uvijek cijena i dostupnost vodljivog tekstilnog materijala. Pri projektiranju potpuno tekstilnih antena za odjeću električna vodljivost (što izravno utječe na učinkovitost zračenja i dobitak antene) materijala svakako treba biti uzeta u obzir. Kao što je već navedeno, u mnogim aplikacijama u pređi se vodljiva vlakna miješaju s nevodljivima (zbog cijene i zadržavanja drugih osobina klasičnih tekstila) što može imati dodatni štetni učinak kod izvedbe vodljive tekstilne površine. Tako je utvrđeno je da učinkovitost zračenja antene varira u rasponu od više od 10dB za razne vodljive tkanine, te se kao opće pravilo uzima da vodljive niti treba tako grupirati da se osigura protok struje oko rubova antene i svakako ispod aktivnog elementa (monopol, dipol), jer je to područje na kojem se javlja većina strujnog toka. Stoga je projektiranje pravilno konstruiranog vodljivog tekstila izazov koji zahtijeva znanje i sa područja antena i područja tekstilnog dizajna, i to je svakako područje za daljnja istraživanja.

3. Konstrukcija potpuno tekstilnih nosivih antena

Prijelaz na konstrukciju potpuno tekstilnih antena može se smatrati sljedećim korakom u razvoju i projektiranju antena. Primjenom dostupnih tekstilnih materijala za izradu vodljivih dijelova, uz već postojeće nevodljive (podloga), može se postići potpuna integracija antene u odjeću. Primjena vodljivih tekstilnih tkanina i pređe ima dvostruki učinak, prvi koji visokom vodljivošću omogućuje konstrukciju vodljivog dijela antene i drugi da sve zajedno zadrži dobra mehanička svojstva tekstila i funkcionalnost same odjeće [6].

Kao najprikladniji primjer konstrukcije potpuno tekstilne antene odabrana je PIFA antena izrađena vezenjem (štikanjem) vodljive pređe na nevodljivu podlogu. Vodljivom pređom od srebrom naparenog poliamida ($\sigma=10^4$ S/m) proizvedenom u Stalex GmbH izvezena je na pamučnoj tkanini mreža vodljivih niti dimenzija 3 mm x 3 mm što je upotrijebljeno za izgradnju protipa tekstilne PIFA antene. Priključak na antenu izveden je primjenom bakrene trake (dimenzije oko 1 cm x 1 cm i 1 cm x 3 cm od gornje i donje strane) preko dijela tkanine s izvezenom vodljivom mrežom u pamuku, slika 2.



a.



b.

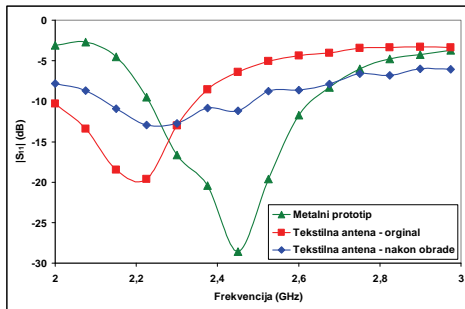


c.

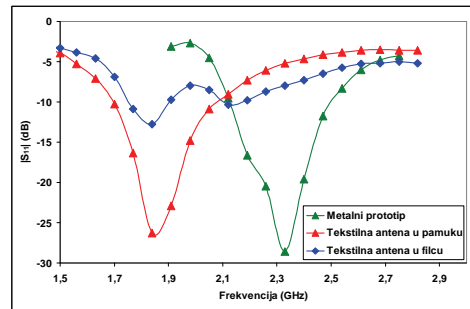
Slika 2: Izvedbe tekstilne PIFA antene s priključkom i izvezenom vodljivom mrežom: a) prednja strana; b) stražnja strana; c) prototip od metala

Naknadno je kontakt bakarne trake s mrežom vodljivih niti pojačan vodljivim ljepilom. Izmjereni ulazni koeficijent refleksije antene prikazan je na slici 3 na dva primjera. Iz slike se vidi da je u originalnoj izvedbi tekstile antene rezonantna frekvencija pomaknuta prema dolje (u odnosu na prototip od metala istih

dimenzija) pa je potom antena odrezana, tj. skraćena za oko 2 mm te je modificirana točka napajanja, čime je postignut odziv bliže željenom frekvencijskom opsegu.



Slika 3: Dijagram ulaznog koeficijenta refleksije signala za metalnu i tekstilnu antenu u pamuku



Slika 5: Dijagram izmjerenih koeficijenata refleksije signala za tekstilne antene na filcnoj i pamučnoj podlozi

Iako antena radi ispravno, treba napomenuti i da je spajanje antene na vanjski krug preko SMA konektora lemljenjem na bakrenu traku prikladno uglavnom za laboratorijske uvjete. Mnogo stabilnije karakteristike antene postignute su primjenom običnog metalnog drukera, čiji je jedan dio prišiven vodljivim koncem na tekstilnu antenu, a na drugi je dio drukera zalemljen konektor. Tako je ostvaren odvojiv spoj koji po potrebi omogućuje odvajanje antene i pripadajuće elektronike, npr. tijekom pranja, dok sama antena tada postaje primjenjiva za upotrebu u odjeći.



Slika 4: Konstrukcije tekstilnih PIFA antena na različitim podlogama: a) i b) na filcu; c) i d) na pamučnoj podlozi

Na slici 4 prikazane su još dvije konstrukcije PIFA antena izvezene pomoću vodljive tekstilne mreže s gustoćom 2 mm x 2 mm i to na filcu kao podlozi i u drugom primjeru na pamučnoj podlozi s podstavom. Na slici 5 prikazan je dijagram s izmjerenim ulaznim koeficijentima refleksije signala za obje nove konstrukcije prototipa antene te je uspoređen s prototipom istih dimenzija izrađenim od metala.

Iz slike 3 i slike 5 može se vidjeti da je rezonantna frekvencija bila niža od one očekivane i proračunate prilikom projektiranja prototipa. Za mreže vodljivih niti vezanih na filcu i na podebljanoj pamučnoj tkanini (slika 5) rezonantna frekvencija (s izvornim dimenzijama PIFA antene kao kod metalnog prototipa) je oko 1,9 GHz (iako je za slučaj filca primijećena i druga, slabija, rezonancija na višoj frekvenciji). Također, uočeno je kako su tkanine na slici 5 deblje nego pamučna tkanina bez podstave kao na slici 3.

Objašnjenje takvog sustavnog pomaka rezonantne frekvencije kod antena izvorno dizajniranih za ISM pojas 2,4 GHz koji je u različitim opsezima primijećen kod tekstilnih antena može biti dvojako. Prvo, provjeren je utjecaj tkanina na koju su vezene vodljive niti. Izmjerena je permitivnost svake od njih s rezultatima u predviđenim granicama te zaključeno da je njen utjecaj na pomak mali jer bi za toliko odstupanje rezonantne frekvencije permitivnost tkanina trebala biti oko 10 i više što je posve nerealno za tkanine. Drugi mehanizam koji bi mogao objasniti promjenu u frekvenciji je iskorištena je duljina same vodljive pređe. Naime, kada se pređa veže u i na neku tkaninu ona se ne polaže u ravnoj liniji nego je njen stvarni put valovit, "cik-cak" tipa, pa se za dobivanje neke željene duljine linije na površini zapravo treba upotrijebiti više pređe nego je vidljivo na površini. To u električnom smislu produljuje i povećava put struje i u stvarnosti prividno povećava električke dimenzije antene. To uzrokuje i pomak rezonantne frekvencije antene na niže jer se i običnim mjerenjem utroška pređe dobiva postotak povećanja duljine koji razmjerno pokriva pomak u frekvenciji. Time deblje tkanine na slici 5 više pomaknu frekvenciju nadolje u odnosu na onu na slici 3, jer je stvarni put struje jače produljen zbog debljine.

4. Zaključak

U ovom je radu prikazan jedan od smjerova istraživanja i razvoja na području pametnog tekstila. U današnjem svijetu razvijenih i sveprisutnih komunikacija, povezivanja i umrežavanja upravo je taj aspekt pametnog tekstila (komunikacijsko povezivanje) krucijalan i mora što prije biti maksimalno istražen i razvijen. Iz prikazanih činjenica i rezultata, te primjera konstrukcije nosivih tekstilnih antena može se zaključiti da:

- da su do sada razvijene nosive antene uglavnom konstrukcijski ravne, plošne, a njihova emisija (zračenje) je okomita na ravninsku strukturu kao i na njihov reflektorski element čime učinkovito štite ljudsko tijelo od utjecaja emisije mikrovalova,
- da je postavljanje antene direktno na ljudsko tijelo najgori mogući scenarij i da antena kako zbog svoje funkcionalnosti i još više zbog zaštite tijela od zračenja nužno mora biti izolirana od ljudske kože bilo sa nekom tekstilnom podlogom, ili sa svojim reflektorom, a najboljim se pokazalo ako se ugrađuje u gornje, vanjske dijelove odjeće,
- da tekstil na mikrovalnim frekvencijama ima vrlo nisku relativnu permitivnost, između 1 i 2 zbog svoje poroznosti, a prisutnost zraka u njemu približava relativnu permitivnost jedinici. Iz tog razloga predstavlja dobru podlogu za antene jer tako niska relativna permitivnost smanjuje gubitke površinskih valova te ujedno povećava širinu radnog pojasa antene,
- da čak i male razine vlage značajno utječu na svojstva antenskog zračenja, jer vlaga koja se apsorbira u tekstilna vlakna ili je zarobljena u strukturi tkanine, mijenja elektromagnetska svojstva tkanina, povećavajući relativnu permitivnost i tangens gubitaka. Isto tako, apsorbirana vlaga u tekstilnim podlogama smanjuje rezonantnu frekvenciju i širinu pojasa antene,
- da je za postizanje zadovoljavajuće stabilnosti rada antene za podloge (substrate) preporučljivo korištenje materijala s niskim omjerom mase apsorbirane vode u uzorku u odnosu na masu suhog uzorka, a isto vrijedi i za tekstilne vodljive komponente antena,
- da vodljivi tekstil za monopole, dipole i antenske reflektore mora imati visoku električnu vodljivost kako bi se smanjili električni gubici i povećala učinkovitost antene. Postoji nekoliko vodljivih tekstilnih tkanina, a također i pređa, koji su dostupni na tržištu i uspješno se mogu koristiti za ravninske antene,
- da se postupak stvaranja vodljivog tekstila odnosno vodljive tekstilne površine, može pojednostaviti vezenjem vodljive pređe na neke već postojeće nevodljive tkanine (za što je samo potreban šivaći stroj) što znatno reducira troškove,
- da vezenjem vodljive pređe u oba ortogonalna smjera odnosno stvaranjem mrežaste strukture, mogu se oponašati konvencionalni vodljivi materijali, a gustoća te mrežaste strukture se određuje prema namjeni,
- kako vodljiva pređa vezena na tkaninu u obliku mreže nije potpuno ravna, odnosno duljina vidljiva na površini odstupa od stvarne duljine upotrijebljene pređe (povećava se vodljiva komponenta antene), treba prilikom izrade proporcionalno prilagoditi fizičku veličinu antene u cilju zadržavanja njene rezonantne frekvencije u projektiranim granicama.

Literatura

- [1] Zhang, L. et al.: Flexible Textile Antennas for Body-Worn Communication, In *Proceedings of IEEE International Workshop on Antenna Technology*, str. 205-208, ISBN 978-1-4673-0036-0, Tucson, March 2012, IEEE, USA
- [2] Ivšić, B.: *Tekstilne antene za komunikacijske sustave na ljudskom tijelu*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Doktorski rad, Zagreb 2013.
- [3] Baker-Jarvis, J.; Janezic, M.D.; DeGroot, D.C.: High-Frequency Dielectric Measurements, *IEEE Trans. Instrumentation & Measurement Magazine*, **13** (2010) 2, str. 24–31, ISSN 1094-6969
- [4] Hertleer, C. et al.: A Textile Antenna for Off-Body Communication Integrated into Protective Clothing for Firefighters, *Advanced Packaging IEEE Transactions*, **57** (2009) 4, str. 919–925, ISSN 0018-926X
- [5] Liu, N. et al.: Electromagnetic Properties of Electro-Textile for Wearable Antennas Applications, *Frontiers of Electrical and Electronic Engineering in China*, **6** (2011) 4, str. 563-566, ISSN 1673-3584
- [6] Zhu, S.; Langley, R.: Dual-Band Wearable Textile Antennas over EGB Substrate, *Antennas and Propagation IEEE Transactions*, **57** (2009) 4, str. 926–935, ISSN 0018-926X

Zahvala

Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom 6198 Textile Antennas for Smart Environment

Autori:

Izv. prof. dr. sc. Željko PENAVA

Tekstilno-tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, Hrvatska

Tel.: +(385) (1) 3712 576

Fax: +(385) (1) 3712533

E-mail: zeljko.penava@tff.hr

Dr. sc. Branimir IVŠIĆ; Prof. dr. sc. Davor BONEFAČIĆ

Fakultet elektrotehnike i računarstva

Unska ulica 3, 10000 Zagreb, Hrvatska

Tel.: +(385) (1) 6129 612

Fax: +(385) (1) 6170 007

E-mail: branimir.ivsic@fer.hr
davor.bonefacic@fer.hr

UTJECAJ ANIZOTROPIJE I GUSTOĆE NA MODUL POSMIKA TKANINA

INFLUENCE OF ANISOTROPY ON THE FABRIC SHEAR MODULUS

Željko PENAVAL; Diana ŠIMIĆ PENAVAL & Marija NAKIĆ

Sažetak: U radu se analizira utjecaj gustoće potke i anizotropije tkanine na vrijednosti inicijalnih modula posmika pri djelovanju posmične sile na uzorke koji su izrezani pod različitim kutovima u odnosu na smjer potke. Ispitivanja su provedena na uzorcima tkanine koji su učvršćeni u dvije paralelne stezaljke koje su postavljene u dinamometar. Na raspolaganju su dvije pamučne tkanine u platno vezu s različitim gustoćama potke. Inicijalni moduli posmika su određeni eksperimentalno i teorijski. Eksperimentalni rezultati pokazuju primjenjivost teorijskih jednadžbi za računanje modula posmika tkanina.

Abstract: This paper analyzes the influence of weft density and fabric anisotropy on the values of initial shear modulus in action shear forces on specimens which are cut at different angles to the direction of the weft. Tests are conducted on woven fabric specimens that are fastened in two parallel clamps that are placed in a tensile tester. Two cotton woven fabrics in plain weave with different weft thread density were available. Initial shear modulus of woven fabrics was determined experimentally and theoretically. Experimental results show the applicability of theoretical equations for calculating initial shear modulus.

Cljučne riječi: tkanina, anizotropija, inicijalni modul posmika, gustoća potke, čisti posmik.

Keywords: woven fabric, anisotropy, initial shear modulus, weft density, pure shear.

1. Uvod

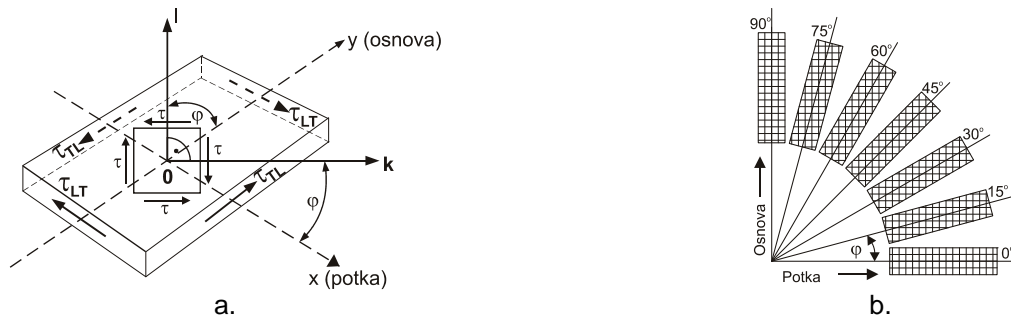
U praktičnoj uporabi, tekstil je podvrgnut širokom rasponu složenih deformacija, pa su posmična svojstva tkanine važna u praktičnoj primjeni. Tijekom posmične deformacije dolazi do velike promjene pravog kuta između niti osnove i potke. U literaturi su navedene metode ispitivanja posmičnih svojstava tkanina [1]. Opisani su uređaji za mjerenje posmika i posmičnih svojstava tkanine [2]. Postojeća literatura pokazuje da mehanizam posmika utječe na drapiranje i gipkost tkanine. Posmične deformacije tkanina također utječu na savijanje i vlačna svojstva tkanina u različitim smjerovima, a ne samo u smjeru osnove i potke [3].

Određivanje posmičnih naprezanja i deformacija u različitim smjerovima uključuje složene mehanizme koji daju podatke o posmičnim svojstvima tkanine u različitim smjerovima, gdje se kutovi između dva sustava niti na mjestima (ili u točkama) njihovog križanja mijenjaju. Zbog svojstvene prirode tekstila, točno i pouzdano određivanje modula posmika, kuta posmika i posmičnih naprezanja težak je zadatak [4]. Stoga je predviđanje (računanje) modula posmika tkanina, u raznim smjerovima pomoću teorijskih jednadžbi za računanje modula posmika, važna zadaća.

Za eksperimentalno određivanje modula posmika tkanina koristit će se uzorci koji su učvršćeni dvjema paralelnim stezaljkama postavljenim u dinamometar. Posmična sila djeluje na uzorke tkanine koji su izrezani pod različitim kutovima u odnosu na smjer potke. Cilj je ovog rada, usporedbom eksperimentalnih i računski dobivenih vrijednosti modula posmika u proizvoljnim smjerovima, dokazati primjenjivost teorijskih jednadžbi za računanje modula posmika tkanina. Istražit će se i utjecaj gustoće tkanine na vrijednosti modula posmika.

2. Teorijske osnove modula posmika tkanina

Tkanine su elastični ortotropni materijali koji se definiraju kao ortotropne ploče s dvije međusobno okomite ravnine elastične simetrije, (slika 1a). Te ravnine elastične simetrije su ravnine ortotropije, a njihovi presjeci su glavne osi. Ako na ravninu elementa djeluju samo posmična naprezanja τ_{kl} , a normalna naprezanja su jednaka nuli onda je to stanje čistog posmika. Funkcionalna veza između posmičnih naprezanja τ_{kl} i posmičnih deformacija (kuta posmika) γ_{kl} ne može se odrediti teorijski, već samo eksperimentalno, ispitivanjem uzoraka izrađenih od određenog materijala. Mehaničke karakteristike uglavnom se istražuju unutar područja elastičnosti, znači u uvjetima niskih opterećenja. Pretpostavlja se da je krivulja posmična sila T – kut posmika γ za tkanine približano pravac do granice tečenja. Koristi se Hookeov zakon za anizotropno ponašanje materijala kada posmična sila djeluje na uzorke koji su izrezani pod različitim kutovima u odnosu na smjer potke, (slika 1b).



Slika 1: Tkanina: a. element ortotropne ploče; b. shematski prikaz smjerova (kutova) izrezivanja uzorka

Prema teoriji elastičnosti, modul posmika G_{kl} za proizvoljan smjer djelovanja sile, tj. u koordinatnom sustavu k, l čije se osi ne poklapaju s glavnim osima x, y , dobiju se pomoću izraza za transformaciju elastičnih konstanti koji glasi [5]:

$$\frac{1}{G_{kl}} = \frac{1}{G_{xy}} + \left(\frac{1}{E_x} + \frac{1}{E_y} + \frac{2 \cdot \nu_{xy}}{E_x} - \frac{1}{G_{xy}} \right) \cdot 4 \cos^2 \varphi \cdot \sin^2 \varphi = \frac{1}{G_\varphi} \quad (1)$$

gdje je φ kut između glavne osi x i smjera djelovanja sile, (slika 1a); E_x, E_y su moduli elastičnosti u dva glavna smjera; $G_{xy} = G$ je modul posmika između glavnih osi, ν_{xy} je Poissonov koeficijent. Modul posmika G_{kl} se mijenja u ovisnosti o kutu φ , te ćemo ga u daljnjim razmatranjima označavati $G_\varphi = G_{kl}$.

Modul posmika tkanine G_φ u proizvoljnom smjeru se računa pomoću izraza (1). Brojčane vrijednosti E_x, E_y, G_{xy} i ν_{xy} se dobiju eksperimentalnim ispitivanjem uzorka tkanina u laboratoriju. Teorijsko razmatranje sugerira da je mjerenje modula u samo dva smjera (osnova i potka) nedovoljno za definiranje modula posmika tkanina. Zato se provodi mjerenje u trećem smjeru, najpogodniji smjer je $\varphi = 45^\circ$. Stoga se uzorci tkanine režu u smjeru osnove, potke i pod kutom od 45° . Za kut $\varphi = 45^\circ$ primjenom jednadžbe (1) dobiva se:

$$\frac{1}{G_\varphi} = \left(\frac{4}{G_{45^\circ}} \right) \cdot \cos^2 \varphi \cdot \sin^2 \varphi + \frac{1}{G} \cdot (\cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi)^2 \quad (2)$$

Modul posmika G_φ tkanine u različitim smjerovima se računa pomoću izraza (2) na osnovi izmjerenih vrijednosti modula posmika G za smjer osnove, odnosno potke i G_{45° pod kutom 45° . Ako su izmjerene razlike između modula posmika osnove i potke velike, onda se uzima njihova srednja vrijednost.

3. Eksperimentalni dio

U eksperimentalnom dijelu rada ispituje se utjecaj anizotropije i gustoće tkanine na vrijednosti inicijalnog modula posmika. Provedno je eksperimentalno istraživanje posmičnih svojstava tkanine kada posmična sila djeluje na uzorke koji su izrezani pod različitim kutovima $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$ u odnosu na smjer potke, (slika 1b). Provedena su po tri mjerenja na dinamometru za svaki smjer rezanja uzorka. Za provođenje ovog istraživanja na raspolaganju su bile dvije pamučne tkanine u platnenom vezu. Osnovni parametri ispitivane tkanine prikazani su u tablici 1.

U laboratoriju za mehanička ispitivanja tekstila projektirane su i izrađene stezaljke za smicanje tekstilnih materijala. Stezaljke za smicanje su shematski prikazane na slici 2a, a sastoje se od lijeve fiksne stezaljke i desne stezaljke koja se pomiče vertikalno prema dolje, jer na nju djeluje sila. Lijeva stezaljka je smještena na gornjoj pločici na kojoj se nalazi mjerna sonda, a desna stezaljka na donjoj pločici na koju se obično postavlja pokretna stezaljka. Udaljenost između lijeve i desne stezaljke može se podešavati u rasponu 0 - 50 mm. Maksimalna veličina uzorka koji se može učvrstiti unutar stezaljke iznosi 75 mm.

Tablica 1: Strukturna svojstva tkanina

Ozna ka	Vez tkanine	Osnova			Potka			Težina (g/m ²)	Debljina t (mm)
		Sirovinski sastav	Finoća pređe (tex)	Gustoća (niti/ cm)	Sirovinski sastav	Finoća pređe (tex)	Gustoća (niti/ cm)		
S20	Platno	Pamuk	30	23	Pamuk	30	20	141	0.40
S22	Platno	Pamuk	30	23	Pamuk	30	22	149	0.41

Prije samog ispitivanja svi su uzorci kondicionirani pod uvjetima standardne atmosfere (relativna vlažnost zraka $65 \pm 2 \%$, na temperaturi $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$). Izrezani su uzorci dimenzija 125 x 75 mm, uklješteni u stezaljke

uređaja na razmaku od $b = 25$ mm, te izloženi sili koja djeluje u ravnini uklješteno stranice uzorka do postizanja prekida, (slika 2b). Dimenzije uzorka su: $a = 75$ mm i $b = 25$ mm.

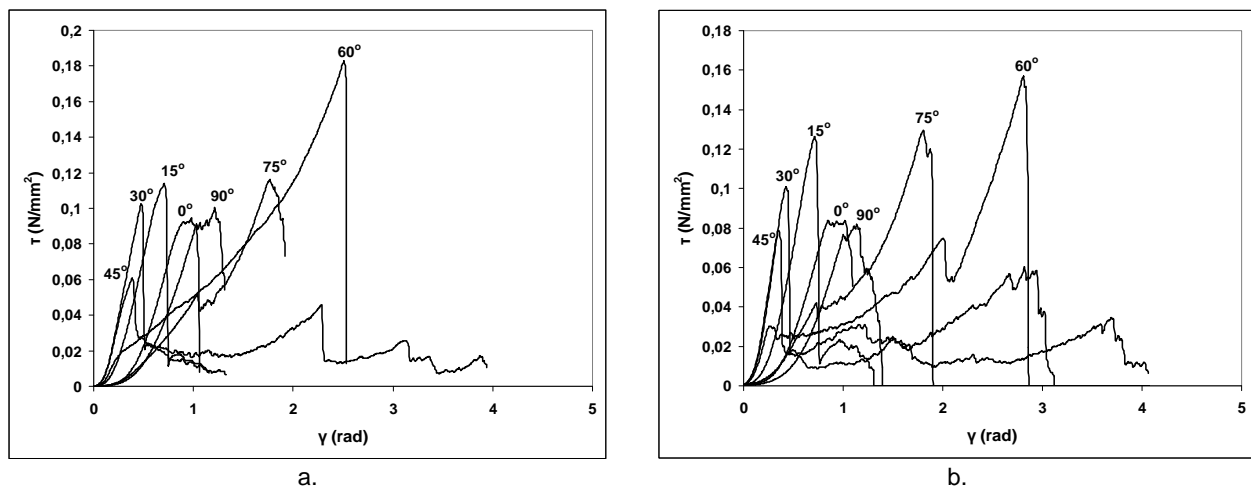


Slika 2: Ispitivanje uzorka u stezaljkama: a. shematski prikaz; b. fotografija

Za ispitivanje je korišten dinamometar Statimat M njemačkog proizvođača "Textechno" koji radi na principu konstantne brzine deformacije. Na dinamometar su učvršćene dvije paralelne stezaljke na razmaku 25 mm. Brzina povlačenja desne stezaljke je 100 mm/min. Pri djelovanju vanjske sile T dolazi do smicanja desne učvršćene stranice uzorka u odnosu na njegovu lijevu stranicu za vertikalni pomak δ . Kut između niti osnove i potke se mijenja i dolazi do pojave posmične deformacije u uzorku tkanine.

4. Prikaz rezultata

Pomoću izmjerenih srednjih vrijednosti sile T i pripadajućih vertikalnih pomaka δ do prekida za uzorke koji su izrezani pod različitim kutovima u odnosu na smjer potke, izračunate su srednje vrijednosti kuta posmika γ i posmičnog naprezanja τ . Dijagrami $\tau - \gamma$ prikazani su na slici 3.



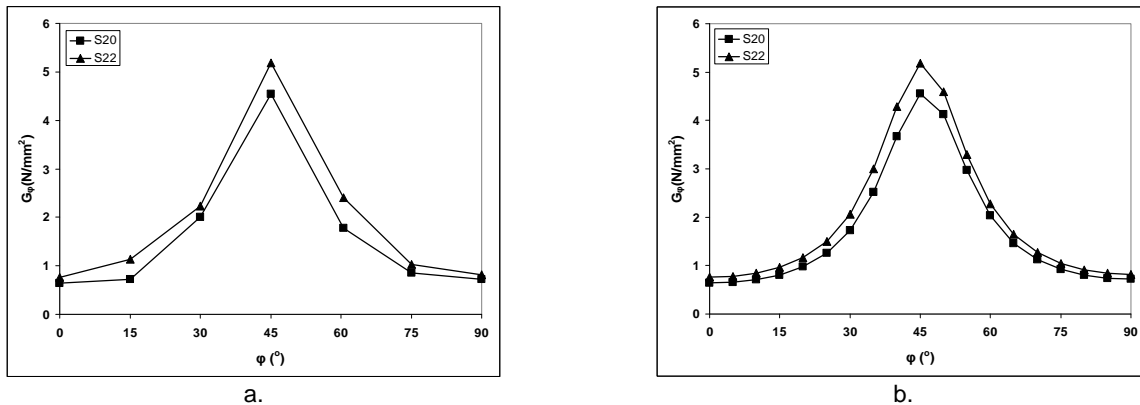
Slika 3: Dijagrami $\tau - \gamma$ (posmično naprezanje - kut posmika) za uzorke: a. S20; b. S22

Na temelju eksperimentalno dobivenih krivulja posmično naprezanje - kut posmika dobivene su vrijednosti inicijalnih modula posmika koje će se usporediti s pripadnim računskim vrijednostima. Iz prikazanih dijagrama, (slika 3), koriste se vrijednosti posmične sile u elastičnom području. Modul posmika G_φ je određen iz određenog područja na krivulji sila, odnosno naprezanje – kut posmika koje se određuje praćenjem eksperimentalnih podataka pomoću regresijske kontrolne karte, odnosno pravca regresije [6]. U tom području je linearan odnos sile, odnosno posmičnog naprezanja i posmične deformacije. Modul posmika G_φ se definira kao nagib krivulje posmično naprezanje – kut posmika u području elastičnih deformacija gdje vrijedi Hookeov zakon za posmik:

$$G_\varphi = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{T}{\gamma \cdot a \cdot t} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (3)$$

Koristeći vrijednosti τ i γ u elastičnom području, (slika 3), i izraz (3) dobiju se srednje vrijednosti inicijalnih modula posmika G_φ u odnosu na proizvoljni smjer rezanja uzorka. Na krivulje naprezanje - kut posmika u elastičnom području se postavljaju linearne regresijske jednadžbe. Nagib krivulje, odnosno koeficijent smjera

pravca predstavlja modul posmika G_φ . Dobivene eksperimentalne vrijednosti modula posmika G_φ prikazane su za svakih 15° dijagramom na slika 4a.



Slika 4: Modul posmika G_φ (N/mm^2): a. eksperimentalne vrijednosti za svakih 15° ; b. računске vrijednosti za svakih 5°

Na osnovi eksperimentalnih vrijednosti G_{0° ili G_{90° i G_{45° iz sl. 4a i pomoću izraza (2) izračunate su vrijednosti modula posmika G_φ . Računske vrijednosti G_φ za svakih 5° prikazane su na slici 4b.

5. Zaključak

Zbog anizotropnih svojstava tkanine inicijalni moduli posmika se mijenjaju u različitim smjerovima rezanja uzorka. Dijagram modula posmika je gotovo simetrična krivulja s obzirom na kut od 45° . Pri tom kutu G_φ poprima maksimalnu vrijednost za sve uzorke tkanina. Kada su uzorci izrezani u smjeru osnove (90°) i potke (0°) modul posmika ima najnižu vrijednost. Vrijednosti G_φ u smjeru osnove i u smjeru potke približno su jednake, odnosno uočava se kako su za komplementarne kutove vrijednosti modula posmika skoro jednake. S porastom gustoće potke, povećavaju se i vrijednosti modula posmika za bilo koji smjer rezanja uzorka. Dobiveno je dobro podudaranje eksperimentalnih rezultata i računski dobivenih vrijednosti inicijalnih modula posmika, pa se navedene teorijske jednadžbe s visokom točnošću mogu koristiti za izračun inicijalnih modula posmika za proizvoljno odabrane smjerove rezanja uzorka tkanina. Na osnovi istraživanja zaključeno je da se mjerenja trebaju provesti na uzorcima tkanina koji su izrezani u smjeru osnove, potke i pod 45° .

Literatura

- [1] Behre, B.: Mechanical Properties of Textile Fabrics Part I: Shearing, *Textile Research Journal*, **31** (1961) 2, str. 87-93, ISSN 0040-5175
- [2] Pan, N. & Yoon, M.-Y.: Structural Anisotropy, Failure Criterion, and Shear Strength of Woven Fabrics, *Textile Research Journal*, **66** (1996) 4, str. 238-244, ISSN 0040-5175
- [3] Leaf, G.A.V.: Analytical Plain Weave Fabric Mechanics and the Estimation of Initial Shear Modulus, *The Journal of The Textile Institute*, **92** (2001) 3, str. 70-79, ISSN 0040-5000
- [4] Kilby, W. F.: Shear Properties in Relation to Fabric Hand, *Textile Research Journal*, **31** (1961) 1, str. 72-73, ISSN 0040-5175
- [5] Penava, Ž.; Šimić Penava, D. & Knezić, Ž.: Determination of the Elastic Constants of a Plain Woven Fabrics by Tensile Test in Various Directions, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, **22** (2014) 2, str. 57-63, ISSN 1230-3666
- [6] Ozkul, B. & Karaoglan, D.: Regression control chart for determination of Young's modulus: A case study, *Scientific Research and Essays*, **6** (2011), str. 6393-6403, ISSN 1992-2248

Autori:

Izv. prof. dr. sc. Željko PENAVA; Mr. sc. Marija NAKIĆ
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel.: +(385) (1) 3712 576 Fax: +(385) (1) 3712533

E-mail: zeljko.penava@ttf.hr
marija.nakic@ttf.hr

Izv. prof. dr. sc. Diana ŠIMIĆ PENAVA
Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet
Fra Andrije Kačića-Miošića 26, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 4639 426 Fax: +(385) (1) 4828049

E-mail: dianas@grad.hr

PREDVIĐANJE GRANIČNE ČVRSTOĆE I PREKIDNIH VLAČNIH SILA SLIKARSKOG PLATNA

PREDICTION OF THE ULTIMATE STRENGTH AND TENSILE BREAKING FORCES OF CANVAS PAINTING

Željko PENAVAL; Diana ŠIMIĆ PENAVAL & Marijana TKALEC

Sažetak: Slikarska platna su naslojene tkanine čija su mehanička svojstva značajno poboljšana u odnosu na temeljni nosivi tekstilni materijal. U radu je prikazano eksperimentalno ispitivanje i određivanje prekidnih sila i granične čvrstoće slikarskog platna pri djelovanju vlačne sile pod različitim kutovima s obzirom na smjer potke. Ispitana su 4 uzorka pod kutovima 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° i 90° djelovanja sile. Tkanine su mjerene prije premaza i nakon jednog, dva i tri premaza. U radu se uspoređuju eksperimentalne i teorijske vrijednosti prekidnih sila i graničnih čvrstoća. Eksperimentalni rezultati pokazuju primjenjivost teorijskih jednadžbi za računanje prekidnih sila i graničnih čvrstoća za proizvoljno odabrane smjerove rezanja uzorka tkanine.

Abstract: Canvas paintings are coated fabrics whose mechanical properties are substantially improved in comparison with the basic textile material. This paper presents an experimental testing and determination of tensile breaking forces and ultimate strength of canvas in the action of tensile force at different angles regard to the direction of the weft. Four samples were tested under tensile force at the angles of 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° and 90°. The fabrics were tested before the coating, as well as after one, two and three coatings. This paper compares experimental and theoretical values of breaking forces and ultimate strength. Experimental results show the applicability of theoretical equations for calculating the breaking force and ultimate strength for arbitrarily chosen direction of cutting the fabric specimen.

Ključne riječi: slikarsko platno, anizotropija, granična čvrstoća, prekidna vlačna sila, rad pri prekidu.

Keywords: canvas painting, anisotropy, ultimate strength, tensile breaking force, work at break.

1. Uvod

Kako bi se tekstilnim materijalima značajno poboljšala prvobitna mehanička svojstva, na temeljni nosivi tekstilni materijal se nanose jednostrano ili dvostrano u jednom ili više slojeva određeni premazi. Tako se dobije naslojeni tekstilni plošni proizvod koji ima značajno poboljšana svojstva u odnosu na prvobitni temeljni materijal i može se koristiti za posebne namjene. Slikarsko se platno može definirati kao kompozitna struktura koja se sastoji od niza heterogenih polimernih slojeva. Lanena tkanina, kao nositelj u slikarstvu, traži određenu obradu, uključujući i specifičnu preparaciju. To se postiže adekvatnim izolacijama i preparacijama platna [1]. Dosadašnja istraživanja vezana za mehanička svojstva slikarskog platna nisu opsežna zbog složenosti problema i ne daju sustavne podatke o tim svojstvima. Teorijska je analiza ponašanja slikarskog platna zbog njegovih anizotropnih svojstava često vrlo složena, pa je eksperimentalna provjera teorijskih predviđanja jako važna [2].

Izvest će se pokusi na rastezanje uzorka naslojene tkanine pri statičkom opterećenju. U radu je analiziran utjecaj anizotropije sirovog slikarskog platna, slikarskog platna s izolacijom i preparacijom 1., 2. i 3. sloja na mehanička svojstva: prekidna sila i granična čvrstoća pri različitim kutovima djelovanja vlačne sile, te utjecaj naslojavanja na anizotropiju slikarskog platna. Usporedbom eksperimentalnih i računski dobivenih vrijednosti prekidnih sila i graničnih čvrstoća treba dokazati primjenjivost teorijskih jednadžbi za računanje prekidnih sila i graničnih čvrstoća za proizvoljno odabrane smjerove djelovanja vlačne sile.

2. Teorijske osnove anizotropnih materijala

Iz same građe slikarskih platna - naslojene tkanine uočljivo je da njihova mehanička svojstva, u prvom redu, ovise o njihovim fizikalnim svojstvima i smjeru djelovanja sile. Tkanine se u pogledu strukturnih karakteristika definiraju kao elastične ortotropne ploče s dvije međusobno okomite ravnine elastične simetrije [3]. Os x je u smjeru potke, a os y je u smjeru osnove tkanine [4]. Za opisivanje ovisnosti značajki čvrstoće od pravca djelovanja sile u odnosu na pravce strukturne građe tkanina koriste se odnosi koji imaju isti oblik kao kod elastičnih deformiranja materijala.

Pri djelovanju vlačne sile F na slikarsko platno u proizvoljnim smjerovima, dolazi do pojave normalnih naprezanja koja se mijenjaju ovisno o smjeru djelovanja sile (opterećenja). Najveće vrijednosti tih vlačnih sila pri kojima dolazi do prekida tkanina su prekidne vlačne sile F_φ (N). Tenzor čvrstoće ima analogan izgled kao i tenzor elastičnosti, tako da će za analogan ravninski zadatak biti [5]:

$$\sigma_\varphi = \frac{\sigma_0}{\cos^4 \varphi + b \cdot \sin^2(2 \cdot \varphi) + c \cdot \sin^4 \varphi} \quad (1a)$$

$$\text{gdje su: } \sigma_\varphi = \sigma_k, \sigma_y = \sigma_{90}, \sigma_x = \sigma_0, b = \frac{\sigma_0}{\sigma_{45}} - \frac{1 + \sigma_0/\sigma_{90}}{4}, c = \frac{\sigma_0}{\sigma_{90}}. \quad (1b)$$

Izrazima (1a) i (1b) računaju se vrijednosti granične čvrstoće za bilo koju kombinaciju zaokrenutih osi u ravnini ortotropije. Kut φ je kut između osi x (smjer potke) i smjera djelovanja vlačne sile [6, 7]. σ_φ je normalno naprezanje (granična čvrstoća) za proizvoljni smjer djelovanja sile u odnosu na potku tkanine, σ_0 , σ_{90} su granične čvrstoće u osima ortotropije (smjer potke i smjer osnove), a σ_{45} je granična čvrstoća u pravcu pod kutom 45° .

Teorijske prekidne vlačne sile F_φ (N) ortotropnih materijala po pravcima svih kutova φ mogu se odrediti pomoću mjerenih vrijednosti prekidnih vlačnih sila na pravcima pod kutom od 0° , 45° , 90° pomoću izraza (2a) i (2b):

$$F_\varphi = \frac{F_0}{\cos^4 \varphi + b \cdot \sin^2(2 \cdot \varphi) + c \cdot \sin^4 \varphi} \quad (2a)$$

$$\text{gdje su: } F_\varphi = F_k, F_y = F_{90}, F_x = F_0, b = \frac{F_0}{F_{45}} - \frac{1 + F_0/F_{90}}{4}, c = \frac{F_0}{F_{90}}. \quad (2b)$$

Vrijednosti prekidnih vlačnih sila F_0 , F_{45} , F_{90} , dobiju se ispitivanjima u laboratoriju pri jednoosnom istezanju uzorka kada vlačne sile djeluju u smjerovima $\varphi = 0^\circ$, 45° , 90° .

3. Eksperimentalno određivanje prekidnih sila i graničnih čvrstoća

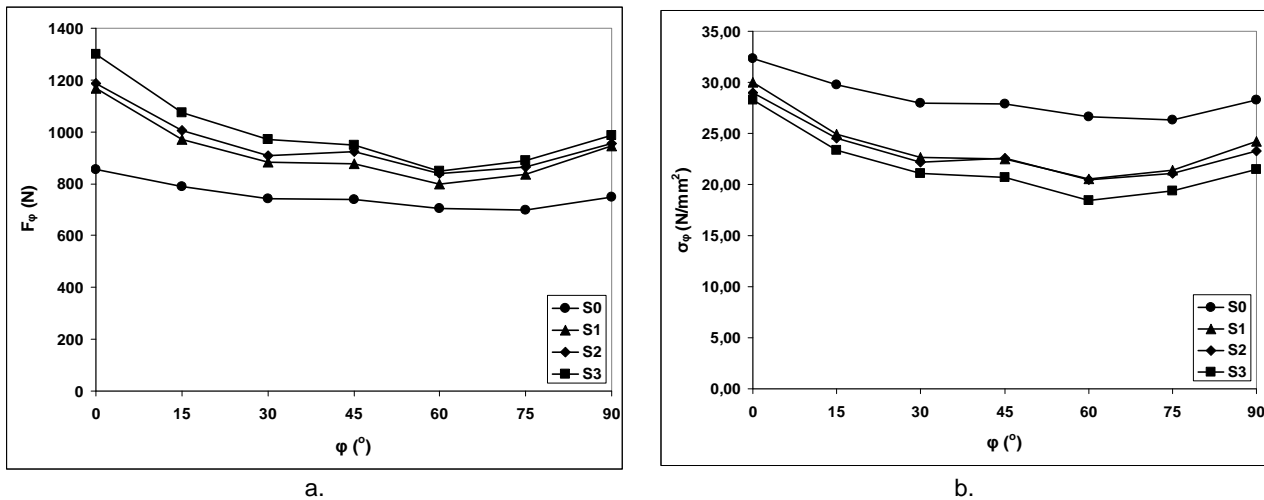
Za provođenje ovog istraživanja na raspolaganju su bila četiri uzorka. Odabrani uzorci su: S0 - sirova tkanina s platnenim vezom, sirovinskog sastava 100 % lan, gustoća niti osnove i potke je 15 niti/cm, finoća pređe je 100 tex, plošna masa tkanine je 260 g/m^2 , debljina tkanine je $0,53 \text{ mm}$; S1 - sirova tkanina s nanesenom izolacijom i jednim slojem preparacije plošne mase 388 g/m^2 i debljine $0,78 \text{ mm}$, S2 - sirova tkanina s nanesenom izolacijom i dva sloja preparacije plošne mase 494 g/m^2 i debljine $0,82 \text{ mm}$ i S3 - sirova tkanina s nanesenom izolacijom i tri sloja preparacije plošne mase 515 g/m^2 i debljine $0,92 \text{ mm}$. Finoća pređe određena je gravimetrijskom metodom prema normi HRN ISO 2060:1994. Gustoća tkanine ispitivana je prema normi HRN ISO 7211-2:1984. Određivanje debljina tkanine je definirano normom HRN ISO 5084:1996.

Za ispitivanje vlačnih svojstava izrezani su standardni uzorci dimenzija $300 \times 50 \text{ mm}$, ukliješteni u stezaljke uređaja na razmaku od 200 mm , te izloženi jednoosnom vlačnom opterećenju do postizanja prekida. Uzorci su rezani u smjeru osnove ($\varphi = 90^\circ$), potke ($\varphi = 0^\circ$), te pod kutovima 15° , 30° , 45° , 60° , 75° prema potki. Za svaki smjer djelovanja vlačne sile na uzorke, provedeno je pet ispitivanja [7]. Vlačna svojstva svih uzoraka ispitivana su prema HRN EN ISO 13934-1:2008 metodom ispitne trake na uređaju za mjerenje čvrstoće tkanine, tj. na dinamometru Statimat M njemačkog proizvođača tt. "Textechno". Brzina povlačenja na dinamometru je 100 mm/min . Mjerni rezultati prikupljeni su i pohranjeni na tvrdi disk računalnim programom dinamometra. Srednje vrijednosti prekidne vlačne sile F_φ (N) i granične čvrstoće σ_φ (N/mm^2) prikazane su u tablici 1 za uzorke S0, S1, S2, S3.

Tablica 1: Eksperimentalne srednje vrijednosti prekidne sile F_φ , granične čvrstoće $\sigma_\varphi = F_\varphi/A$

$\varphi(^{\circ})$	S0		S1		S2		S3	
	F_φ	σ_φ	F_φ	σ_φ	F_φ	σ_φ	F_φ	σ_φ
0	856,5	32,32	1168,6	29,96	1188,5	28,99	1301,2	28,29
15	788,2	29,74	971,5	24,91	1006,3	24,54	1073,4	23,33
30	741,3	27,98	882,3	22,62	908,9	22,17	971,2	21,11
45	739,8	27,92	877,6	22,50	924,3	22,54	950,9	20,67
60	705,5	26,62	801,2	20,54	840,5	20,50	849,4	18,47
75	698,0	26,34	835,5	21,42	863,8	21,07	889,8	19,34
90	749,8	28,30	945,0	24,23	955,1	23,29	987,6	21,47

Dijagramom, (slika 1a), prikazane su varijacije srednjih vrijednosti veličina prekidnih sila F_φ (N) u ovisnosti o kutu djelovanja sile, a na slici 1b dijagramom je prikazana ovisnost granične čvrstoće σ_φ (N/mm²) o kutu djelovanja sile.

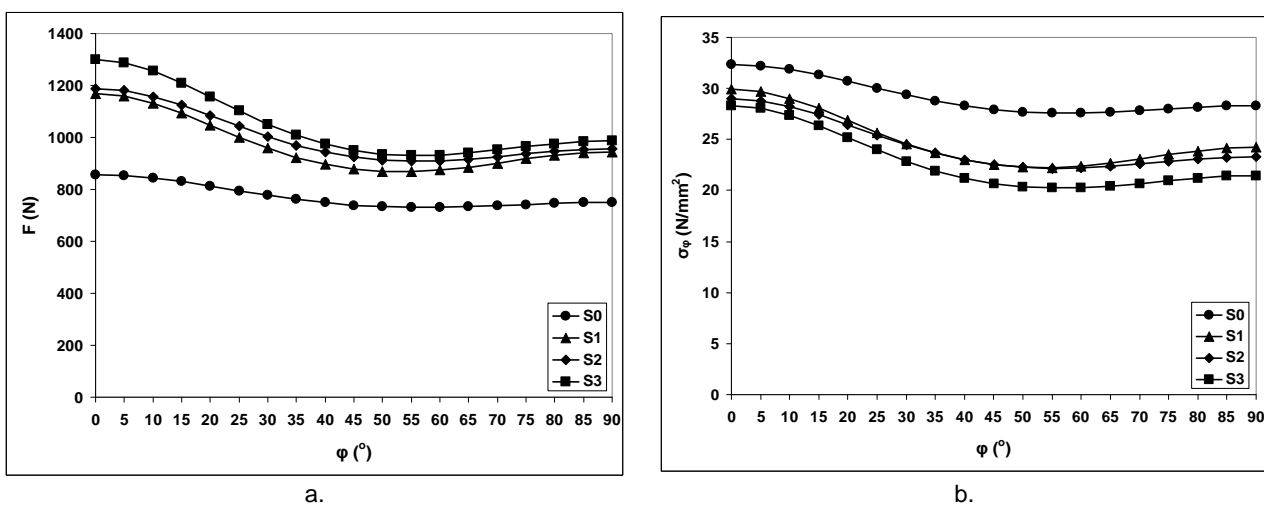


Slika 1: Dijagram eksperimentalno dobivenih vrijednosti u ovisnosti o kutu djelovanja sile: a. prekidna sila F_φ (N); b. granična čvrstoća σ_φ (N/mm²)

Smjer djelovanja vlačne sile utječe na veličinu prekidne sile i čvrstoću tekstilnih materijala. Najveća prekidna sila za sve uzroke je u smjeru potke $\varphi = 0^\circ$, zatim se vrijednosti postupno smanjuju prema kutu od 45° na kome imaju porast vrijednosti, nakon tog kuta ponovo padaju, pa rastu prema smjeru osnove, (slika 1a). Ovisnost granične čvrstoće o smjeru djelovanja opterećenja ista je kao i za prekidne sile, (slika 1b). Vrijednosti prekidne sile se povećavaju s brojem nanesenih slojeva na sirovu tkaninu. Vrijednosti granične čvrstoće se smanjuju s brojem nanesenih slojeva na sirovu tkaninu.

4. Računske vrijednosti prekidnih sila i graničnih čvrstoća i usporedba rezultata

Dijagram računskih (teorijskih) vrijednosti prekidnih sila F_φ (N) za svakih 5° smjera djelovanja vlačne sile prikazan je na sl. 2a. Računske vrijednosti prekidnih sila dobivene su pomoću izraza (2a) i (2b) na osnovi eksperimentalnih vrijednosti F_{0° , F_{45° i F_{90° iz tablice 1. Teorijske vrijednosti granične čvrstoće σ_φ za različite kutove djelovanja opterećenja dobivene su pomoću izraza (1a) i (1b) na osnovi eksperimentalnih vrijednosti σ_{0° , σ_{45° i σ_{90° iz tablice 1. Dijagram računskih vrijednosti graničnih čvrstoća σ_φ (N/mm²) za svakih 5° smjera djelovanja sile prikazan je na slici 2b.



Slika 2: Dijagram računskih vrijednosti za svakih 5° : a. prekidna sila F_φ ; b. granična čvrstoća σ_φ (N/mm²)

Najveća računaska prekidna sila i granična čvrstoća za sve uzroke je u smjeru potke $\varphi = 0^\circ$, a zatim u smjeru osnove $\varphi = 90^\circ$, (sl. 2). Iz slike 1 i slike 2 vidljivo je da su odstupanja između eksperimentalnih i računskih vrijednosti prekidnih sila i graničnih čvrstoća mala. Kada su uzorci izrezani u smjeru potke ($\varphi = 0^\circ$), osnove

($\varphi = 90^\circ$) i pod kutom 45° , razlike u postotcima između eksperimentalnih i računskih vrijednosti F_φ i σ_φ su 0%. To slijedi iz jednadžbi (1a) i (2a) zbog periodičnosti funkcija sin i cos za te vrijednosti.

5. Zaključak

Slikarsko je platno naslojeni materijal koji se može definirati kao ortotropni materijal s dvije osi ortotropije za koji se u elastičnom području može primijeniti Hookeov zakon za anizotropno ponašanje materijala pri proračunu granične čvrstoće kada vlačna sila djeluje u proizvoljnom smjeru. Vrijednosti prekidne sile, granične čvrstoće, rada do prekida mijenjaju se u ovisnosti o smjeru djelovanja sile. Vrijednosti prekidne sile i granične čvrstoće su najveće u smjeru osnove i potke slikarskog platna. Na temelju pojedinačnih ispitivanja prekidnih vlačnih sila, tj. kada vlačna sila djeluje na slikarsko platno u smjeru osnove, potke i pod kutom od 45° mogu se samo približno teorijski odrediti računске vrijednosti računске prekidne sile i računске granične čvrstoće za proizvoljno odabrani smjer djelovanja sile unutar područja osnove i potke naslojenog materijala.

U tu svrhu koristi se Hookeov zakon za anizotropno ponašanje materijala i teorijski izrazi za predviđanje vrijednosti prekidnih sila i graničnih čvrstoća za ortotropne materijale. Odstupanja eksperimentalnih i teorijskih vrijednosti prekidnih sila i graničnih čvrstoća smanjuju se s porastom broja slojeva. Mehanička svojstva tekstilnog materijala se značajno poboljšavaju nanošenjem više slojeva premaza. Stoga, slikarsko platno ima značajno poboljšana svojstva u odnosu na prvobitni temeljni materijal.

Vrijednosti prekidnih sila se povećavaju, a graničnih čvrstoća smanjuju s porastom broja slojeva premaza. Zbog različitih utjecaja kao što su temperatura, relativna vlažnost, struktura osnovnog materijala i nanesenih slojeva premaza, broja slojeva dolazi do razlike između eksperimentalnih i računskih vrijednosti.

Eksperimentalni rezultati pokazuju primjenjivost teorijskih jednadžbi za računanje prekidne sile i granične čvrstoće slikarskog platna za proizvoljno odabrane smjerove rezanja uzorka tkanina. Mjerenja se moraju provesti samo kada vlačna sila djeluje na uzorke tkanina koji su rezani u smjeru osnove, potke i pod kutom od 45° . Kao logičan slijed daljnjih istraživanja trebalo bi provesti dvoosna mjerenja naslojenih materijala.

Literatura

- [1] Kraigher-Hozo, M.: *Slikarstvo/ Metode slikanja/ Materijali*, Svjetlost, ISBN 86-01-01812-2, Sarajevo, (1991)
- [2] Hedley, G.: Relative humidity and the stress/strain response of canvas paintings: uniaxial measurements of naturally aged samples, *Studies in Conservation*, **33** (1988) str. 133-148, ISSN 0039-3630
- [3] Alfirević, I.: *Uvod u tenzore i mehaniku kontinuuma*, Golden marketing, ISBN 953-212-130-7, Zagreb, (2003)
- [4] Penava, Ž.; Šimić, D. & Knezić, Ž.: Determination of the Elastic Constants of a Plain Woven Fabrics by Tensile Test in Various Directions, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, **22** (2014), str. 57-63, ISSN 1230-3666
- [5] Aškenazi, E. K. & Ganov, E. V.: *Anizotropija konstrukcionih materialov*, Mašinstroenie, Lenjingrad, 1972.
- [6] Penava Ž. & Šimić D.: Analysis of the elastic constants of woven fabrics for at random chosen extension directions, *Tekstil*, **61** (2012.), str. 169–179, ISSN 0492 - 5882
- [7] Young, C.R.T. & Hibberd, R.D.: Biaxial tensile testing of paintings on canvas, *Studies in Conservation*, **44** (1999), str. 129-141, ISSN 0039-3630

Autori:

Izv. prof. dr. sc. Željko PENAVA; Marijana TKALEC, dipl. ing.

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb

Tel.: +(385) (1) 3712 576

Fax: +(385) (1) 3712533

E-mail: zeljko.penava@tff.hr

marijana.tkalec@hotmail.com

Izv. prof. dr. sc. Diana ŠIMIĆ PENAVA

Sveučilište u Zagreb Građevinski fakultet

Fra Andrije Kačića-Miošića 26, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 4639 426

Fax: +(385) (1) 4828049

E-mail: dianas@grad.hr

ZETA POTENCIJAL FUNKCIONALNIH PLETIVA OTPORNIH NA GORENJE

ZETA POTENTIAL OF FUNCTIONAL FLAME RETARDANT KNITTED FABRICS

Tanja PUŠIĆ; Thomas LUXBACHER; Irena PETRINIĆ & Sandra BISCHOF

Sažetak: U radu je načinjena karakterizacija elektrokinetičkih svojstava funkcionalnih pletiva koja posjeduju otpornost na gorenje (FR, flame retardancy). Funkcionalnost materijala je ostvarena uvođenjem različitih udjela modakrila u mješavinu s pamukom. Povećanje udjela hidrofobne i pirofobne modakrilne komponente u mješavinu s hidrofilnim pamukom utječe na elektrokinetička svojstva pletiva, kao i na stupanj zaštite od gorenja. Karakterizacija elektrokinetičkih svojstava FR pletiva je načinjena mjerenjem potencijala strujanja u ovisnosti o pH otopine elektrolita, te izboru ćelije za mjerenje. Metoda potencijala strujanja se pokazala vrlo pouzdanom za procjenu elektrokinetičkih svojstava funkcionalnih pletiva.

Abstract: The work presents a characterization of electrokinetic properties of functional flame retarded (FR) knitted fabrics. The functionality of the material is achieved by introducing various ratios of modacrylic in a blend with cotton. Enhancement of hydrophobic and FR modacrylic component in a blend with hydrophilic cotton affects electrokinetic properties, so as the FR effectiveness of knitted fabrics. Electrokinetic characterization of FR knitted fabric is made by measuring the streaming potential as a function of pH of the electrolyte solution and the selection of the measuring cell. Streaming potential method has proved very reliable for assessing the electrokinetic properties of functional knitted fabrics.

Ključne riječi: pletivo, pamuk, modakril, zeta potencijal, potencijal strujanja.

Keywords: knitted fabric, cotton, modacryl, zeta potential, streaming potential.

1. Uvod

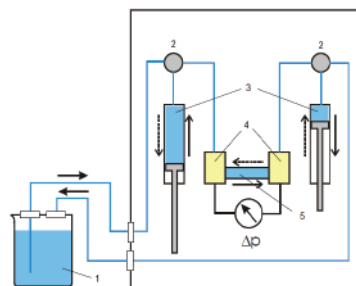
Elektrokinetički potencijal, poznatiji kao zeta potencijal, značajna je veličina u okviru elektrokinetičkih fenomena. Mjerenje zeta potencijala pomoću potencijala/struje strujanja je jedna od tehnika određivanja zeta potencijala na graničnoj površini kruto/kapljevito, koji daje direktan podatak o elektrokinetičkom naboju površine. Ovisi o svojstvima čvrste površine i kapljevine koja ju okružuje. Osigurava informaciju o naboju i adsorpcijskim karakteristikama čvrstih površina. Primjenjuje se u različitim područjima temeljnih znanstvenih istraživanja u fizici, kemiji i biologiji kao i za istraživanja tehnoloških procesa [1]. Na temelju površinskih elektrokinetičkih svojstava materijala se može zaključivati o reakcijskim sposobnostima makroskopskih tvari i njihovih adsorpcijskih svojstava [2, 3]. Sukladno tome, veličina i predznak zeta potencijala može ukazati na:

- kemijsku i fizikalnu strukturu krute površine,
- sastav otopine elektrolita i
- interakcije između krute površine i komponenti kapljevine.

Elektrokinetični analizator, SurPASS (*Surface Potential Analyzer for Solid Samples*), proizvođača Anton Paar GmbH iz Austrije se upotrebljava za istraživanje elektrokinetičkih svojstava materijala određivanjem zeta potencijala makroskopskih krutih površina.



a.



b.

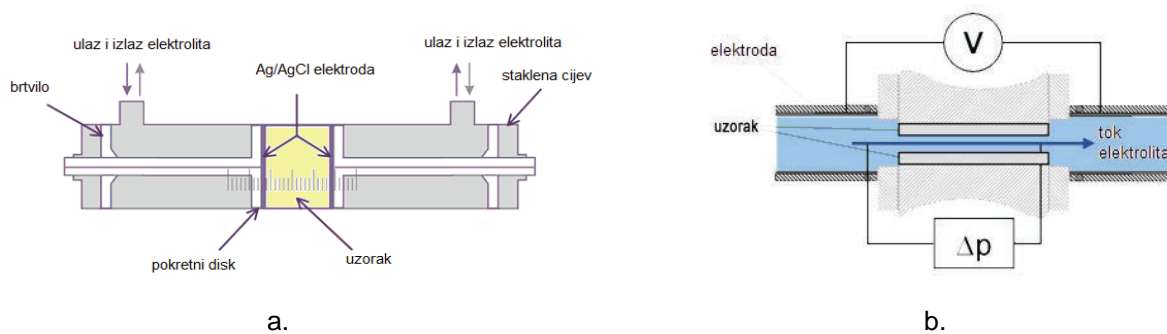
1. čaša s otopinom elektrolita
2. klipni ventil
3. lijevi i desni 100 ml klip za transport elektrolita
4. lijeva i desna mjerna glava s tlačnim senzorom i elektrodom
5. mjerna ćelija s uzorkom

Slika 1: Elektrokinetični analizator SurPASS: a. instrument; b. princip mjerenja

Vodena otopina elektrolita protječe kroz mjernu ćeliju koja sadrži kruti uzorak. Kanal između ravnih krutih površina podešen je tako da pruža otpor protoku, čime se generira razlika tlakova između ulaza i izlaza iz mjerne ćelije. Protok elektrolita omogućen je pomoću dvojnog sustava pumpi koji izaziva separaciju naboja pri usmjerenom protoku uzduž mjerna ćelije. Parametri se detektiraju pomoću mjernih glava koje su spojene na ulaz/izlaz elektrolita u odnosu na mjernu ćeliju. Tijekom mjerenja povećava se tlak kontinuirano i alternativno u oba protočna smjera, pri čemu se registriraju vrijednosti Δp (razlika tlaka uzduž mjerna ćelije) i ΔU (potencijal strujanja) ili ΔI (struja strujanja) koje su potrebne za izračun zeta potencijala. Mjerenje temperature, vodljivosti i pH osiguravaju preciznu kontrolu uvjeta mjerenja u otopini elektrolita. Vodena otopina elektrolita protječe kroz mjernu ćeliju u koju je uloženi uzorak. U ovom upotrijebljene 2 mjerne ćelije, slika 2 [4]:

- cilindrična ćelija, CYC (eng. Cylindrical Cell)
- podesiva, AGC (eng. Adjustable Gap Cell)

Cilindrična ćelija, prikazana na slika 2a, namijenjena je određivanju zeta potencijala vlakana i praha veličine čestica $> 25 \mu\text{m}$. Za mjerenje tekstilnih materijala u obliku pređe ili pletiva je prikladan cilindrična ćelija, u koju se ulaže oko 600 mg uzorka u obliku čepa. Podesiva ćelija, prikazana na slika 2b se upotrebljava za određivanje zeta potencijala planarnih uzoraka debljine manje od 1 mm.



Slika 2: Ćelije za mjerenje zeta potencijala: a. cilindrična (CYC); b. podesiva (AGC)

U ovom su radu istražena elektrokinetička svojstva FR funkcionalnih pletiva načinjenih od različitih udjela pamuka i modakrila primjenom cilindrične ćelije. Komparativno je izmjeren zeta potencijal FR funkcionalnog pletiva u kombinaciji 38 % pamuka, 60 % modakrila i 2 % poliamida pomoću cilindrične i podesive ćelije.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Materijal i obrade

U radu su upotrijebljena FR pletiva, čije su karakteristike prikazane u tablici 1.

Tablica 1: Karakteristike FR pletiva

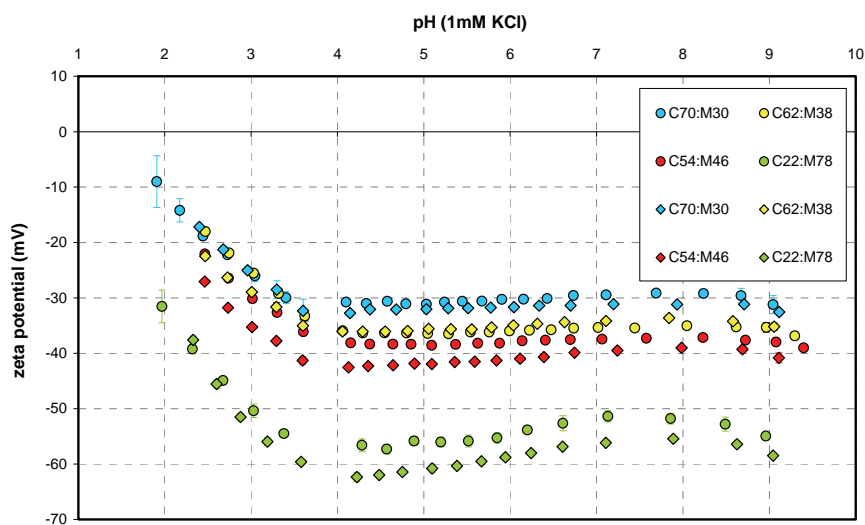
Broj		Finoća (tex)	Sastav	
UZORAK 1 (62 % PAMUK, 38% MODAKRIL)				LOI (%)
1	C62:M38	20	100 % pamuk	22
2			Mješavina: 40 %pamuk, 60 %modakril	
3			100 %pamuk	
4			100 %modakril	
UZORAK 2 (54 % PAMUK, 46 % MODAKRIL)				
1	C54:M46	20	100 %pamuk	23
2			100 %modakril	
UZORAK 3 (22 % PAMUK, 78 % MODAKRIL)				
1	C22:M78	20	100 %modakril	28
2			Mješavina: 40 %pamuk, 60 %modakril	
UZORAK 4 (70 % PAMUK, 30 % MODAKRIL)				
1	C70:30	20	100 % pamuk	23
2			Mješavina: 70 %pamuk, 70 % modakril	

2.2 Metode ispitivanja

Zeta potencijal funkcionalnih pletiva je izmjeren u ovisnosti o pH 1mM otopine KCl na instrumentu SurPASS (slika 1) koji je kontroliran preko PC s Microsoft Windows® softvera „VisioLab za SurPASS” za podešavanje mjernih parametara. Na temelju izmjerenih veličina se automatski izračuna zeta potencijal [1, 4].

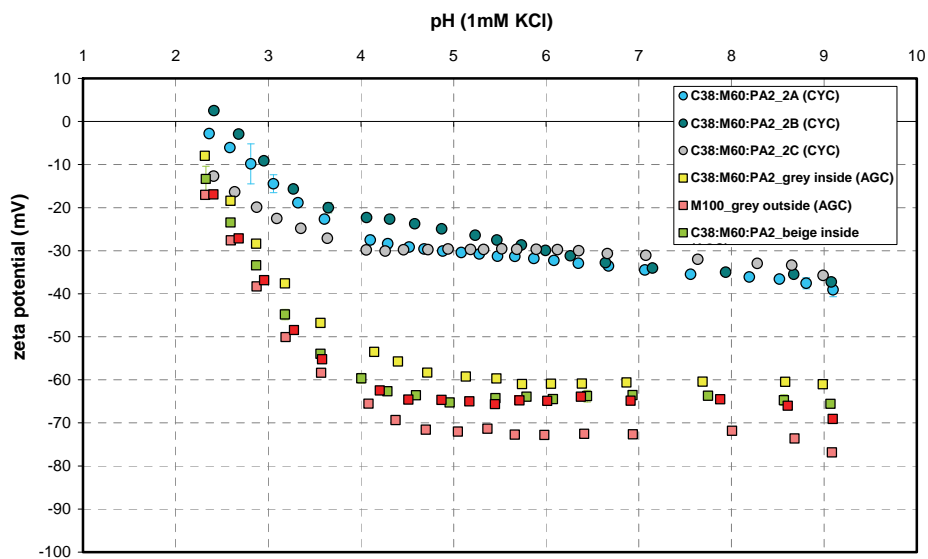
3. Rezultati i rasprava

Krivulje zeta potencijala analiziranih uzoraka u ovisnosti o pH otopine elektrolita jako lijepo pokazuju utjecaj pamučne komponente na elektrokinetičko ponašanje pletiva, slika 3. Povećan udio pamučne komponente utječe na sniženje negativnog zeta potencijala. Mjerenjem vrijednosti graničnog indeksa kisika (LOI) je utvrđeno da pletiva s većim udjelom modakrila, imaju bolju otpornost na gorenje. Međutim, ovaj odnos nepovoljnije utječe na bubrivost i hidrofilnost pletiva, što se ogleda u povećanju negativnog zeta potencijala. Povećanje modakrila od 46% na 78% u kombinaciji s pamukom povećava negativan zeta potencijal u cijelom pH području za oko 10 jedinica. Svi uzorci su mjereni u duplikatu i interesantno je da su razlike pojedinačnih mjerenja izražajnije kod uzoraka s većim udjelom modakrilne u odnosu na pamučnu komponentu.



Slika 3: Zeta potencijal funkcionalnih FR pletiva

Funkcionalno pletivo s udjelom antistatik komponente od 2 % poliamida uz 38 % pamuka i 60 % modakrila je izmjereno u cilindričnoj (2A, 2B, i 2C) i podesivoj ćeliji (iznutra i izvana), slika 4.



Slika 4: Zeta potencijal funkcionalnih FR pletiva izmjeren cilindričnom i podesivom ćelijom

Zeta potencijal izračunat na temelju mjerenja u podesivoj ćeliji (AGC) je za gotovo 30 jedinica negativniji od zeta potencijala izračunatog na temelju mjerenja u cilindričnoj ćeliji. Ovi rezultati pokazuju da odabir ćelije rezultira i različitom geometrijom uzorka, koja utječe na mjerne parametre. Odabrano funkcionalno pletivo je dvojno pletivo, specifične strukture, različite s lica i naličja. Dobiveni rezultati potvrđuju da je podesiva ćelija prikladnija od cilindrične ćelije, pri čemu je važno istaknuti važnost i specifičnost geometrije uzorka, kao ključnog parametra za odabir ćelije za mjerenje zeta potencijala tekstilnih materijala.

4. Zaključak

Otpornost na gorenje funkcionalnih dvojnih pletiva s većim udjelom modakrila je potvrđena vrijednošću graničnog indeksa kisika (LOI), koja je izrazito povoljna za dvojno pletivo načinjeno u mješavini 28 % pamuka i 78 % modakrila (C22:M78). Elektrokinetička karakterizacija ovih funkcionalnih pletiva je pokazala da je podesiva ćelija znatno prikladnija za dvojna pletiva nego cilindrična ćelija.

Literatura

- [1] Chang, M. Y. & Robertson, A. A.: Zeta potential measurements of fibres. DC streaming current method, *Can. J. Chem. Eng.*, **45** (1967) 2, pp. 66-71, ISSN 1939-019X
- [2] Stana-Kleinschek, K. & Ribitsch V.: Electrokinetic properties of processed cellulose fibers, *Coll.Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, **140** (1998) 1-3, pp. 127-138, ISSN 0927-7757
- [3] Grancaric A. M., Tarbuk A. & Pusic T.: Electrokinetic properties of textile fabrics, *Color. Technol.*, **121** (2005) 4, pp. 221-227, ISSN 1478-4408
- [4] Luxbacher, T. i sur.: Mjerenje zeta potencijala ravnih čvrstih površina pomoću elektrokinetičkog analizatora SurPASS, *Tekstil*, **58** (2009) 8, str. 401-409, ISSN 0492-5882

Zahvala

Zahvaljujemo se za financijsku potporu EUREKA projektu E!5785 FLAMEBLEND, *Improvement in the flame retardant properties of cotton and wool blends* hrvatskim institucijama BICRO i Ministarstvu znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske, te slovenskom Ministarstvu za visoko školstvo, znanost in tehnologijo, Direktoratu za tehnologiju.

Autori:

Prof. dr. sc. Tanja PUŠIĆ; Prof. dr. sc. Sandra BISCHOF

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju

Prilaz baruna Filipovića 28a, HR- 10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 48 77 354

Tel:+(385) (1) 4877354

E-mail: tpusic@ttf.hr

Tel: +(385) (1) 48 77 357

Fax:+(385) (1) 48 77 357

E-mail: sbischof@ttf.hr

Dr. sc. Thomas LUXBACHER

Anton Paar, GmbH

Anton-Paar Strasse 20, A-8054 Graz, Austrija

Tel: +(43) (3) 16 257 2730

Fax: +(43) (3) 16 257 9273

E-mail: thomas.luxbacher@anton-paar.com

Doc. dr. sc. Irena PETRINIĆ

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

Smetanova 17, 2000 Maribor, Slovenija

Tel: +(386) (2) 229 4474

Fax: +(386) (2) 252 7774

E-mail: irena.petrinic@um.si

VELIČINA SILE POVLAČENJA PLETIVA NA KRUŽNOPLETAČIM DVOIGLENIČNIM STROJEVIMA

VALUE OF FABRIC-TAKE DOWN FORCE ON DOUBLE-BED CIRCULAR KNITTING MACHINES

Petar RADANOVIĆ & Zlatko VRLJIČAK

Sažetak: Na kružnopletačem dvoigleničnom stroju promjera iglenica 8e" (200 mm), finoće E17, koji je pleo s 8 pletačkih sustava izrađivana su u temeljnom prepletu kulirna desno-desna pletiva s ciljem mjerenja sile povlačenja pletiva. Na stroju se može pletiti pređama finoće 12 do 36 tex. Izrađivani su uzorci pletiva s dvije jednostruke i dvije končane pamučne pređe nazivne finoće 20 i 28 tex te 10 tex x 2 i 14 tex x 2. Prilikom izrade uzoraka korištena je optimalna osnovna regulacija rada stroja za finoću pređe 20 tex. Sa svakom pređom izrađivano je po pet uzoraka duljine oko 2 m i kod svakog uzorka na stroju mjerena sila povlačenja pletiva. Izrađena pletiva imaju širinu oko 20 cm x 2 i plošnu masu 145 do 257 g/m². Pri izradi uzoraka s finijim pređama, prosječna sila povlačenja pletiva iznosi 14,8±1,6 cN/igla, a kod pletenja s grubljim pređama i do 19,1±2,1 cN/igla.

Abstract: On a double-bed circular knitting machine with a needle bed diameter 8e" (200 mm), a machine gauge of E17, which knitted with 8 knitting systems, rib fabrics in basic construction were made in order to measure fabric-take down force. Yarn counts from 12 to 36 tex can be used for knitting on the machine. Fabric samples were made from two single cotton yarns and two twisted yarns in counts 20 and 28 tex and 10 tex x 2 and 14 tex x 2. When making fabric samples, the optimum machine control for 20 tex yarns was applied. From each yarn 5 samples approximately 2 m long were made and fabric take down force was measured for each sample. The knitted fabrics were about 20 cm x 2 wide and mass per unit area amounted to 145 to 257 g/m². When making samples from finer yarns, average fabric-take down force amounted to 14,8±1,6 cN/needle, and when using coarser yarns it amounted to 19,1±2,1 cN/needle.

Ključne riječi: tekstil, stroj, pletivo, kulirno, desno-desno, pređa, pamuk, sila, igla

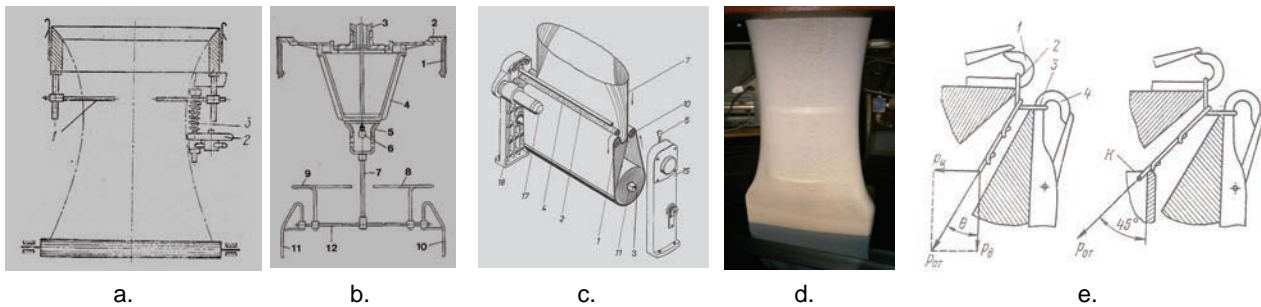
Keywords: textile, machine, knitted fabric, weft-knitted, rib fabric, yarn, cotton, force, needle

1. Uvod

Kod svih strojeva za izradu pletiva značajna je veličina sile povlačenja pletiva. Konstruktori strojeva stalno apeliraju na tehnologe da pri korištenju stroja treba svakako uskladiti silu dovođenja niti u zonu pletenja i silu povlačenja pletiva. Ovaj odnos treba biti što manji, a opet u funkciji kvalitetnog oblikovanja očica. Na pojedinim konstrukcijama strojeva, na različite se načine regulira povlačenje pletiva, a time i mjerenje sile povlačenja pletiva. Kružnopletači dvoiglenični strojevi također imaju različite uređaje za povlačenje pletiva. U osnovi, na svakom ovakvom stroju pletivo se povlači valjcima. Kod jednostavnijih konstrukcija strojeva i manjeg promjera iglenica (150 do 350 mm) najčešće se povlačenje pletiva ostvaruje pomoću dva valjka. Kod strojeva većeg promjera (300 do 760 mm) povlačenje pletiva se ostvaruje s tri ili četiri valjka složena u različitim pozicijama, (slika 1). Kod izrade pletiva s elastanom, povlačenje se obavlja u raširenom stanju s posebnim uređajima [1, 2].

Svaki mehanizam za povlačenje pletiva treba omogućiti normalan proces oblikovanja očica sa što većim radnim brzinama. Strojevi koji pleću s pamučnim pređama finoće 14 do 36 tex najčešće imaju usklađenu vlačnu silu dovođenja pređe u zonu pletenja i silu povlačenja pletiva. Ako se izrađuje glatko kulirno desno-desno pletivo, vlačna sila niti na ulazu u pletački sustav iznosi 2 do 5 cN, a prosječna sila povlačenja pletiva 10 do 20 cN/igla [3, 4]. Odnos vlačne sile niti na ulazu u pletački sustav i prosječne sile povlačenja pletiva je od velikog značenja. Najmanja vlačna sila kojom se dovodi pređa u pletački sustav iznosi oko 1 cN. Ovu je silu teško ostvariti i ona je donja rizična granica s kojom se pleće. Naime, kod malih sila i većih nejednoličnosti pređa dolazi do labavosti i značajnih vibracija pređa koje igle ne zahvate kukicama pa se oblikuju tzv. ispuštene očice koje se uočavaju u pletivu kao greške. U zoni pletenja može biti svega nekoliko igala do nekoliko desetaka igala. Mjerenje sile povlačenja pletiva na svakoj igli i u svakom položaju je veoma složen i zahtjevan zadatak. Za ovakva mjerenja potrebno je imati veoma preciznu, sofisticiranu senzorsku i računalno-programsku opremu i podršku te snažan tim stručnjaka. U svijetu je objavljeno veoma malo članaka koji obrađuju ovu problematiku [5-7]. Zbog navedenog, ponekad se pokušava različitim metodama

mjeriti ukupna sila povlačenja pletiva iz koje se računa prosječna sila povlačenja pletiva po jednoj igli ili u jednom nizu očica. Na tržištu postoje različiti mjerni uređaji koji daju i različite mjerne rezultate. Velika vlačna sila niti na ulazu u pletaći sustav i velika sila povlačenja pletiva izazivaju češće prekide pređa, a time i greške u pletivu kao i oštećenja i lomove igala. Zbog neusklađenog odnosa ove dvije sile, u procesu oplemenjivanja dolazi do prevelikog skupljanja ili širenja pletiva koje se očituje u upotrebi, naročito nakon nekoliko pranja.



Slika 1: Osnovne značajke uređaja za povlačenje pletiva na kružnopletaćim strojevima: a. prikaz skupljanja pletiva na stroju do povlačnih valjaka; b. osnovna konstrukcija raširivača pletiva; c. mehanizam za povlačenje pletiva s više povlačnih valjaka; d. pletivo na raširivaču pri ulasku u par valjaka i e. kod kružnopletaćih dvoigleničnih strojeva poželjno je obavljati povlačenje pletiva pod kutom od 45° zbog ravnomjernog opterećenja igala i jednoličnosti izgleda površina pletiva

U ovom je radu cilj istraživanja bio mjeriti silu povlačenja pletiva koja se izrađuju različitim jednostrukim i končanim pamučnim pređama. Iz ukupne sile povlačenja pletiva izračunala se prosječna sila povlačenja pletiva po igli i odnos vlačne sile niti na ulazu u pletaći sustav i prosječne sile povlačenja pletiva po igli. Ova sila donekle može poslužiti za računanje razvitka vlačnih sila u niti i na igli u zoni pletenja.

2. Stroj za izradu uzoraka pletiva

Za izradu uzoraka korišten je kružnopletaći dvoiglenični stroj u osnovi manijenjen izradi glatkog kulirnog desno-desnog pletiva koje će se koristiti za izradu dječjeg rublja, (tablica 1). Stroj ima finoću E17 i na njemu se preporučuje koristiti pamučne jednostruke pređe finoće 12 do 36 tex ili končane pređe finoće 10 tex x 2 do 17 tex x 2. Za dovod pređa na stroju su korišteni pozitivni dovodnici *Coni* s kojima je regulirana vlačna sila dopremanja pređe pletaćem sustavu, koja je iznosila 3 ± 1 cN. Uzorci su izrađivani pređama različitih struktura i finoća pri čemu je mjerena sila povlačenja pletiva. Na stroju postoji mogućnost regulacije sile povlačenja pletiva. Međutim, kada se mijenja sila povlačenja pletiva tada je potrebno mijenjati i brzinu dopremanja pređe pletaćem sustavu. Zbog toga se u ovim istraživanjima nije regulirala sila povlačenja pletiva. Povlačenje pletiva je obavljeno s parom valjaka koji se nalaze 700 mm udaljeni od zone pletenja, a ispod povlačnih valjaka pletivo se odlaže u korito, tj. ne namata se u svitak.

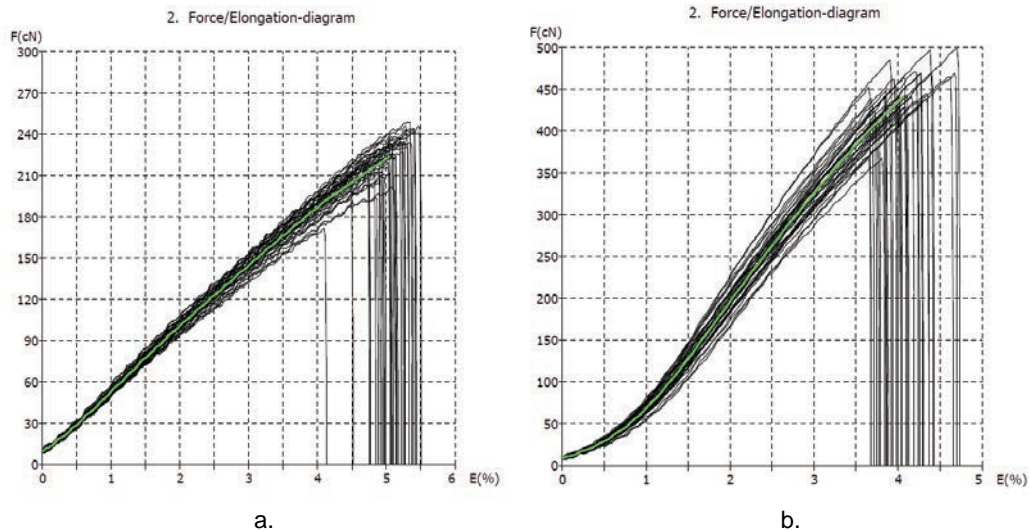
Tablica 1: Konstrukcijske značajke kružnopletaćeg dvoigleničnog stroja

Finoća stroja, E	Promjer cilindra mm	Promjer cilindra e''	Broj pletaćih sustava, S	Broj igala, N _i	Radna brzina cilindra, ok./min
17	200	8	8	432 x 2	60

3. Pređe za izradu uzoraka pletiva

Na izabranom stroju moguće je pletiti pređama različitog sirovinskog sastava i finoća. Za ovo istraživanje korištene su jednostruke i končane pamučne pređe nazivne finoće 20 i 28 tex te 10 tex x 2 i 14 tex x 2, a njihovi uzorci pletiva označeni su oznakama PB20, KC20, PB28 i KS28, (slika 2, tablica 2). Gdje je bilo moguće rezultati mjerenja su prikazani uz $p = 0,05$, [8,9]. Jednostruka pređa nazivne finoće 20 tex, oznake PB20, ima izmjerenu finoću $19,8 \pm 0,3$ tex, prekidnu rastezljivost $5,0 \pm 0,1$ % i prekidnu silu 224 ± 7 cN. Njoj prva bliža korištena, također pamučna, ali končana i bojadisana pređa ima finoću $18,8 \pm 0,3$ tex ($9,4$ tex x 2) i oznaku KC20. Kod ove končane pređe prekidna rastezljivost je manja i iznosi $4,1 \pm 0,1$ %, ali je zbog toga znatno veća prekidna sila i iznosi 442 ± 10 cN. Druga jednostruka pamučna pređa je grublja od prve, ima finoću $28,9 \pm 0,5$ tex i oznaku PB28. Prekidna rastezljivost je nešto manja od prethodne. Končana bojadisana pređa približno iste finoće kao i ova jednostruka ima finoću $27,6 \pm 0,5$ tex ($13,8$ tex x 2) i oznaku KS28. Debljine pređa su određene mikroskopskom metodom na osnovi 100 mjerenja. Mjerena je debljina predopterećene pređe po načelu 10 uzastopnih mjerenja s razmakom 2 cm. Mjerenja su ponavljana deset puta svako 2 m duljine pređe. Predopterećenje pređe je iznosilo 0,5 cN/tex. Končane pređe su tanje od jednostrukih pređa. Broj uvoja je određen za jednostruke pređe, a kod končanih pređa određen je samo broj uvoja končanja.

Dakle, za izradu uzoraka korištene su dvije pamučne jednostruke pređe i dvije pamučne bojadisane končane pređe približnih finoća. Končane pređe imaju manju prekidnu rastezljivost i više nego dvostruko veću prekidnu čvrstoću koja iznosi i do 28,1 cN/tex. Cilj ovih istraživanja je bio utvrditi da li ovako slične, a ipak značajno različite pređe ostvaruju bitno različite sile povlačenja pletiva.



Slika 2: Dijagrami rasteznih svojstava pamučnih pređa: a. jednostruka, finoće 19,8 tex, oznake PB20; b. končana, bojadisana, finoća 9,4 tex x 2, oznake KC20

Tablica 2: Značajke pamučnih pređa za pletenje

Značajke pređe	Uzorcima			
	PB20	KC20	PB28	KS28
Finoća pređe, tex	19,8±0,3	18,8±0,3	28,9±0,5	27,6±0,5
Debljina pređe, d_{pr} , mm	0,20±0,01	0,19±0,01	0,24±0,01	0,23±0,01
Broj uvoja, /m	824±13	783±12	668±12	627±10
Koeficijent uvijanja, α_{tex} ; α_m	3667;116	3395;107	3591;114	3294;104
Prekidna sila, cN	224±7	442±10	343±10	775±16
Prekidna rastezljivost, %	5,0±0,1	4,1±0,1	4,4±0,1	4,2±0,2
Rad do prekida, cN·cm	305±12	424±18	430±21	802±43
Prekidna čvrstoća, cN/tex	11,3	23,5	11,9	28,1

4. Parametri strukture pletiva

Svi parametri strukture pletiva se ogledaju kroz plošnu masu koja iznosi 145±2 do 257±3 g/m², (tablica 3). Najlaganije pletivo se dobije pri pletenju s končanom pređom finoće 9,4 tex x 2, a najmasivnije s jednostrukom grubljom pređom finoće 28,9 tex. U osnovi, s končanim pređama se izrađuju laganija pletiva. Končane su pređe jednoličnije strukture pa se s njima dobiju tanja pletiva. Zapreminska masa izrađenih pletiva se nalazi u granicama 0,235 do 0,310 g/cm³, što je sasvim zadovoljavajuće za ovakve strukture i namjene pletiva. Pletivo izrađeno jednostrukom pređom finoće 19,8 tex se koristi u izradi klasičnih dječjih potkošulja. Ostala tri pletiva se koriste kod izrade dječjih majica, kao gornjih odjevnih predmeta. Pletivo izrađeno jednostrukom pređom finoće 28,9 tex se koristi za izradu dječje majice s dugačkim rukavima koja se nosi u proljetno-jesenskom periodu. Pletiva izrađena končanim pređama se koriste u izradi kvalitetnih ljetnih majica kratkih ili dugačkih rukava na kojima se mogu tiskati ili vesti različiti uzorci. Značajno je uočiti da pletiva izrađena finijim pređama imaju veću poroznost od pletiva izrađenih grubljim pređama.

Tablica 3: Osnovni parametri popunjenosti izrađenih i analiziranih pamučnih pletiva

Uzorcima	Plošna masa pletiva, m , [g/m ²]	Plošna masa pletiva, m_d , [g/m ²]	Debljina pletiva, D_p , [mm]	Zapreminska masa pletiva, m_z , [g/cm ³]	Masena poroznost, P_m , [%]
PB20	160±2	64	0,68±0,02	0,235	84,7
KC20	145±2	58	0,61±0,01	0,238	84,5
PB28	257±3	108	0,83±0,02	0,310	79,9
KS28	230±2	92	0,75±0,01	0,307	80,1

Izrađeno pletivo ima širinu oko 20 cm x 2 i nakon skidanja sa stroja i opuštanja skuplja se u smjeru redova očica 34 do 37 %, (tablica 4). Zbijenost očica u nizu je uvijek veća nego u redu, a koeficijent zbijenosti očica se nalazi u granicama 0,80 do 0,90 što je u prihvatljivim granicama s obzirom na namjenu pletiva. Svi su uzorci izrađivani pri jednoj dubini kuliranja pa je i utrošak niti u očici neznatno različit i nalazi se u granicama $3,15 \pm 0,01$ do $3,17 \pm 0,01$ mm. Za projektanta ovakve strukture značajan je odnos koraka očice (A) i debljine pređe (d_{pr}). U veoma zahtjevnim kriterijima korak očice je oko četiri puta veći od debljine pređe. Ovaj se iznos dobio pri pletenju s grubljim pređama. Pri pletenju s finijim pređama korak očice je gotovo pet puta veći od debljine pređe. Debljina pletiva je 3,21 do 3,46 puta veća od debljine pređe. S jednostrukim pređama izrađuje se deblje pletivo, odnosno geometrijski oblik očice je drugačiji nego kod pletenja s končanim pređama.

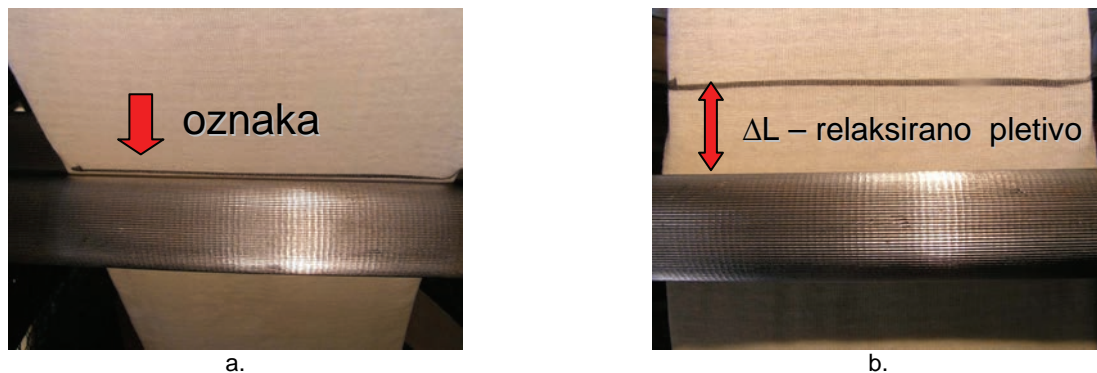
Tablica 4: Osnovni parametri strukture pletiva

Parametar strukture pletiva	Uzorci pletiva			
	PB20	KC20	PB28	KS28
Širina pletiva, \hat{S}_p , cm	20 x 2	20 x 2	21 x 2	20 x 2
Skupljanje pletiva, s, %	37	37	34	37
Zbijenost očica u redu, $D_{h, o\check{c}./cm}$	$10,8 \pm 0,4$	$10,8 \pm 0,3$	$10,3 \pm 0,3$	$10,8 \pm 0,3$
Zbijenost očica u nizu, $D_{v, o\check{c}./cm}$	$12,0 \pm 0,2$	$11,8 \pm 0,2$	$12,8 \pm 0,2$	$12,9 \pm 0,2$
Korak očice, A, mm	0,93	0,93	0,97	0,93
Visina reda očica, B, mm	0,83	0,85	0,78	0,78
Koeficijent zbijenosti očica, C	0,90	0,92	0,80	0,84
Odnos korka očice i debljine pređe, k_A	4,7	4,9	4,0	4,0
Debljina pletiva, d_{pl} , mm	$0,68 \pm 0,02$	$0,61 \pm 0,01$	$0,83 \pm 0,02$	$0,75 \pm 0,01$
Odnos debljine pletiva i debljine pređe, k_{DP}	3,40	3,21	3,46	3,26
Utrošak niti u očici, ℓ , mm	$3,17 \pm 0,01$	$3,15 \pm 0,01$	$3,16 \pm 0,01$	$3,16 \pm 0,01$
Linearni modul očice, δ	15,6	16,6	13,2	13,7

5. Rezultati mjerenja sile povlačenja pletiva

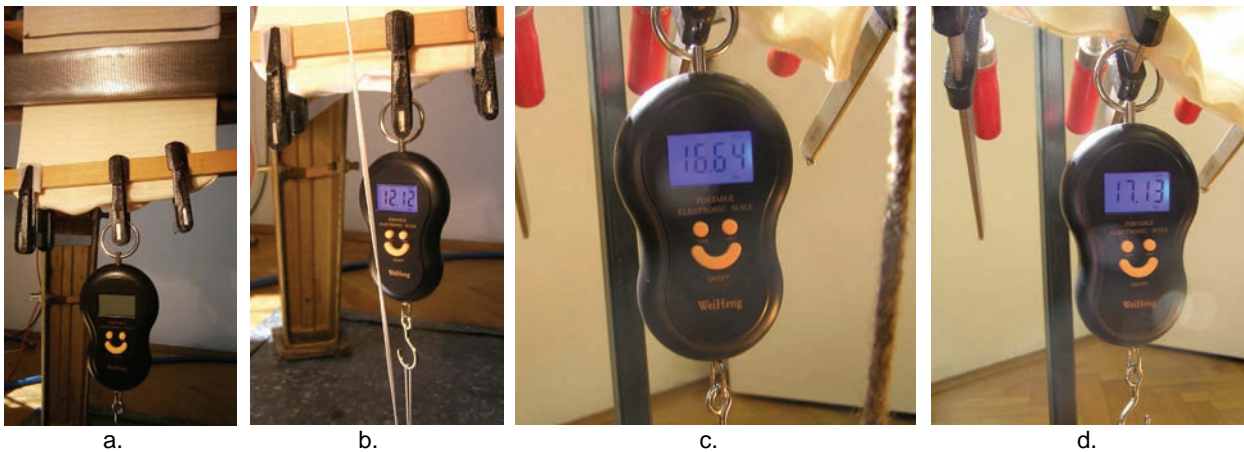
Ima više načina mjerenja sile povlačenja pletiva. Sila se može mjeriti na stroju kad stroj ne radi i izvan stroja na različitim modelima, [2]. Sasvim je razumljivo da će se u svim situacijama dobiti različiti rezultati, ponekad i bitno različiti. U većini slučajeva, najprihvatljiviji su oni koji se dobiju mjerenjem na stroju. Primarni cilj ovih istraživanja je doći do iznosa sile povlačenja pletiva na stroju. Ako su sile povlačenja pletiva na stroju za različite finoće pređa i strukture pletiva različite tada bi bilo potrebno veću pozornost posvetiti regulaciji sile povlačenja pletiva zbog dobivanja kvalitetnijih pletiva. Sekundarni cilj ovih istraživanja je dobiti prosječnu silu povlačenja pletiva po jednoj pletačoj igli. Ovaj rezultat može poslužiti kao polazna veličina u izučavanju opterećenja pređe i igle u zoni pletenja prilikom procesa oblikovanja očica.

Za ova istraživanja pletena su četiri osnovna uzorka pletiva s dvije jednostruke i dvije končane pamučne pređe bliskih finoća. Sa svakom pređom ispleteno je po pet uzoraka kod kojih je mjerena sila povlačenja pletiva. Osnovna koncepcija mjerenja je prilagođena konstrukciji stroja. Stroj je kružnopletači dvoiglenični koji ima povlačenje pletiva s jednim parom valjaka (slika 1d). Udaljenost između igala i ulaza pletiva u par povlačnih valjaka iznosi 700 mm. U stroj su uvedene pređe finoće 19,8 tex, oznake PB20 i s njima izrađeno oko 2 m pletiva. Potom je stroj zaustavljen i na pletivo su stavljene dvije oznake u obliku vodoravnih linija. Prva se oznaka nalazi na ulazu pletiva u par povlačnih valjaka i označena je vodoodbojnim flomasterom preko cijele duljine povlačnih valjaka, (slika 3).



Slika 3: Oznake na pletivu prilikom mjerenja sile povlačenja pletiva: a. na pletivu napetom pomoću para povlačnih valjaka i b. na rasterećenom pletivu nakon razmaknuća povlačnih valjaka

Druga je oznaka stavljena u pletivo koje se nalazi na iglama. Ova je oznaka dobivena uplitanjem oko 30 cm pređe druge boje. Ove dvije oznake služe prilikom mjerenja vlačne sile pletiva na modelu, tj. kad pletivo nije na stroju. Kad su postavljene ovakve dvije oznake tada se pletivo rastereti tako da se razmaknu valjci za povlačenje pletiva. U tom trenutku pletivo se uzdužno skupi oko 10 % ili oko 7 cm, tj. pletivo tada ima duljinu oko 63 cm i širinu oko 20 cm x 2. Tako skupljeno pletivo zahvati se po cijeloj širini stezaljkom ispod para povlačnih valjaka i preko posebne mjerne konstrukcije s digitalnim uređajem istegne do duljine koja je bila prije skupljanja pletiva, tj. do ulaza u par povlačnih valjaka, (slika 4). Ovdje treba naglasiti da se povlačenje pletiva treba odvijati kontinuirano i u jednom potezu. Pri ponovljenom ili višekratnom opterećenju sila povlačenja slabi i dobiju se znatno drugačiji, uvijek manji mjerni podaci. Na kraju istega očita se sila povlačenja pletiva. Ukupna sila povlačenja pletiva jednaka je zbroju sile povlačenja i mase hvatalice kojima se zahvati pletivo. Nakon izmjerene sile povlačenja pletiva, odstrane se hvatalice za povlačenje. Pletivo se opet uzdužno skupi. Potom se ručno istegne do položaja prije mjerenja i učvrsti povlačnim valjcima. Nakon obavljenog prvog mjerenja, ponovo se isplete oko 2 m pletiva i ponovi postupak mjerenja sile povlačenja pletiva na drugom uzorku s istom finoćom pređe. Na osnovi pet izrađenih uzoraka s jednom finoćom pređe dobije se prosječna sila povlačenja pletiva za jednu finoću pređe. Isti se postupak ponovi s ostalim pređama. Prema tome, kad se na ovakav način mjeri sila povlačenja pletiva potrebno je isplesti pet uzoraka svaki duljine oko 2 m ili ukupno oko 10 m pletiva čija masa iznosi 0,5 do 1 kg, odnosno za izradu četiri temeljna uzorka izrađeno je oko 40 m pletiva mase do 4 kg. Rezultati su statistički obrađeni i prikazani u tablici 5.



Slika 4: Glavni položaji pletiva i mjerila prilikom mjerenja sile povlačenja pletiva: a. učvršćenje mjerila na kraju opušanog pletiva; b. aktiviranje mjernog uređaja; c. i d. mjerni rezultati uzoraka PB28

Na osnovi prosječne sile povlačenja pletiva koja je iznosila 128 ± 18 N do 165 ± 9 N izračuna se i prosječna sila povlačena pletiva po jednoj igli. Stroj je pleo s 432×2 igle. U ovim istraživanjima prosječna sila povlačenja pletiva po jednoj igli se računala kad se ukupna sila povlačenja pletiva podijelila s brojem igala. Npr. za pletivo koje je izrađeno pređama finoće 19,8 tex, oznake PB20, prosječna sila povlačenja pletiva je iznosila 147 ± 27 N, ($14\,700$ cN). Kad se ova sila podijeli s brojem igala dobije se prosječna sila povlačenja pletiva po jednoj igli, ($14\,700$ cN/864 igle = $17,0$ cN/igle). Kod pletenja s grubljom jednostrukom nedorađenom pamučnom pređom, tj. onom finoće 28,9 tex, prosječna sila povlačenja pletiva je bila znatno veća i iznosila 165 ± 9 N ($16\,500$ cN), ili prosječno po jednoj igli $19,1$ cN. Na osnovi ukupnih mjerenja može se konstatirati da je prosječna sila povlačenja pletiva po jednoj igli iznosila $14,8 \pm 1,6$ cN do $19,1 \pm 2,1$ cN. Ovdje je značajno primijetiti da su prosječne sile povlačenja pletiva izrađenog končanim pređama manje od sila izazvanih pletenjem jednostrukim pređama. Kod finijih pletiva ova je razlika veća nego kod grubljih. Kako za konstruktore strojeva tako je i za tehnologe pletače značajan odnos vlačne sile niti na ulazu u pletači sustav i prosječne sile povlačenja pletiva po jednoj igli. Vlačna sila pređe pri njenom dovođenju pletačem sustavu je iznosila 3 ± 1 cN. Kad se navedene sile stave u odnos dolazi se do podatka da je prosječna vlačna sila povlačenja pletiva po jednoj igli 4,9 do 6,4 puta veća od vlačne sile pređe na ulazu u pletači sustav.

Tablica 5: Rezultati mjerenja sile povlačenja pletiva

Izmjerena sila	Uzorci pletiva			
	PB20	KC20	PB28	KS28
Ukupno, N	147 ± 27	128 ± 18	165 ± 9	163 ± 20
F_{pl} , cN/igle	$17,0 \pm 1,7$	$14,8 \pm 1,6$	$19,1 \pm 2,1$	$18,9 \pm 1,6$
O_s , F_p/F_{pr}	5,7	4,9	6,4	6,3

6. Zaključak

S pamučnim jednostrukim pređama nazivne finoće 20 i 28 tex te končanim finoće 10 tex x 2 i 14 tex x 2 izrađene su četiri grupe glatkih kulirnih desno-desnih pletiva na dvoigleničnom kružnopletačem stroju promjera cilindra 200 mm. Pletiva imaju plošnu masu 145 do 257 g/m² i širinu oko 20 cm x 2 te su u osnovi namijenjena izradi dječjih potkošulja i majica bez bočnih šavova. Majice pristaju djeci uzrasta pet do osam godina. Prilikom izrade, dok je pletivo bilo na iglama i stroju, mjerena je sila povlačenja pletiva koja je iznosila 128±18 N do 165±9 N. Stroj je pleo s 432 x 2 igala pa je prosječna sila povlačenja pletiva po jednoj igli ili po jednom nizu očica iznosila 14,8±1,6 cN do 19,1±2,1 cN. Vlačna sila niti na ulazu u pletači sustav je iznosila 3±1 cN pa je prosječna sila povlačenja pletiva po jednoj igli bila 4,9 do 6,4 puta veća od ove sile. Pri izradi ovakvih pletiva poželjno je pletiti sa što manjim silama i većim radnim brzinama. Kod povećanih vlačnih sila u pređi prilikom pletenja stvaraju se greške u pletivu i oštećenja ili lomovi igala.

Primijenjena metoda mjerenja sile povlačenja pletiva je složena, ali daje realne rezultate. Moguća su mjerenja vlačne sile pletiva izvan pletačeg stroja, na modelu. U ovom slučaju treba izraditi model koji će kvalitetno prezentirati položaj pletiva pri povlačenju na stroju. U prvom redu treba imati isti opseg gornjeg ruba kao što je i opseg cilindra stroja. Položaj raširivača pletiva treba biti kao i na stroju. Prilikom mjerenja potrebno je poznavati udaljenost povlačnih valjaka od zone pletenja.

Literatura

- [1] Garbaruk, V.N.: *Proektirovanie trikotažnih mašin*, Masinostroenie, Leningradskoe otdelenie, Leningrad, (1980)
- [2] Vrljićak, Z., Weber, M. & Brnada, S.: Measurement of Fabric-Take down Force on Double-Bed Circular Knitting Machines, *47th IFKT Congress*, Urednica: Marmarali, A.: str. 278-288, ISBN 978-605-338-083-2, Izmir, Turkey, September 2014, IFKT Turkish Section, Izmir, (2014)
- [3] Vrljićak Z.: Utjecaj sile u niti na ulazu u pletači sistem na mehanička svojstva desno-desnog kulirnog pletiva, *Tekstil* **39** (1990) 9, 544-549, ISSN 0492-5882
- [4] Ray, S.CH.: Fundamentals and Advances in Knitting Technology, Institute of Jute and Fibre Technology, CPC, ISBN-10 0-85709-108-5, Kolkata (2011)
- [5] Ray, S.CH.: Validation and Analysis of the Computerized Model Developed for the Study of Mechanics of 1x1 Rib Loop Formation process, *47th IFKT Congress*, Urednica: Marmarali, A.: 226-237, ISBN 978-605-338-083-2, Izmir, Turkey, September 2014, IFKT Turkish Section, Izmir, (2014)
- [6] Kowalski, K.: *Identifikacija procesa dziania na szydelkarkach*, Polska Akademia Nauk, Oddzial w Lodzi, Komisja Wlokiennictwa, ISBN 978-83-86492-44-2, Lodz, (2008)
- [7] Vrljićak, Z., Srdjak, M. & Penava, Ž.: Nove spoznaje o opterećenju igle u procesu pletenja, *Tekstil*, **47** (1998) 4, 183-190, ISSN 0492-5882
- [8] ... : Microsoft Office Excel, (2007)
- [9] Čunko R.: *Ispitivanje tekstila*, ISBN 86-329-0180-X, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (1995)

Zahvala

Rad je ostvaren u okviru potpore po područjima TP1.88 „Kompresijski tekstil“ koje u 2014. godini financira Sveučilište u Zagrebu.

Autori:

Student Petar RADANOVIĆ
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10 000 Zagreb
Tel: +(…) (...) Fax: +(…) (...)

E-mail:

Prof. dr. sc. Zlatko VRLJIČAK
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10 000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 3712 578 Fax: +(385) (1) 3712 599

E-mail: zlatko.vrljicak@ttf.hr

KVALITETA FUNKCIONALNOG OTISKA NA GOVEĐOJ POLUPRERAĐENOJ KOŽI OTISNUTOG PIEZOELEKTRIČNIM INKJET-OM

QUALITY OF FUNCTIONAL PRINTS ON SEMI-PROCESSED BOVINE LEATHER PRINTED WITH PIEZOELECTRIC INKJET

Kristina RUSAK; Igor MAJNARIĆ; Jadranka AKALOVIĆ & Antoneta TOMLJENOVIĆ

Sažetak: Koža je prirodni materijal koji se primjenjuje za izradu odjeće, obuće, galanterije, presvlake za autosjedalice, namještaj i sl. Najčešće se otiskuje tehnikom sitotiska, a funkcionalni otisci (grb, logotip) na gotovoj koži, obući ili opremi su vrlo često loše postojanosti i trajnosti. Kako je primjenjivost suvremenih tiskovnih tehnologija na prirodnoj koži kao tiskovnoj podlozi nedovoljno istražena u radu je ispitana mogućnost otiskivanja goveđe poluprerađene kože pomoću piezoelektričnog Inkjet pisača uporabom UV Inkjet bojila. U cilju optimiranja postupka dorade kože definiranje kvalitete otiska provedeno je na uzorcima kromno štavljene goveđe kože s prirodnim licem (crust natur) - čija je obrada zaustavljena nakon tehnološke operacije napinjanja i izravnavanja; te naknadnog međufaznog glačanja. Provedena je densitometrijska analiza kolornih otisaka otisnutih s procesnim bojilima (CMYK), a uspješnost otiskivanja prikazana je pomoću izmjerenih optičkih gustoća obojenja i prirasta rastertonskih vrijednosti, koje su uspoređene s otiskom na standardnoj PVC tiskovnoj podlozi. Utvrđeno je da je kožu zbog smanjenja debljine lakše tiskati nakon međufaznog glačanja te da nema značajnijih razlika u kvaliteti otiska na izuzetim uzorcima poluprerađene goveđe kože.

Abstract: Leather is a natural material which is often employed for making products such as apparel, footwear, accessories, car seats, furniture upholstery, etc. The most commonly used technique for leather printing is screen printing. It was found that functional prints (emblem, logo), when applied to finished leather, footwear and equipment often have weak stability and poor print fastness. As the applicability of contemporary printing technologies on natural leather as a printing substrate is insufficiently explored, in this study the printing performance on semi-processed bovine leather using a piezoelectric Inkjet printer and UV Inkjet dyes was examined. In order to optimize the process of leather finishing, quality evaluation of prints made on chrome tanned bovine leather samples with natural grain was carried out, where the finishing process was stopped after straightening; and ironing. Densitometric analysis of colour prints printed with CMYK process dyes was carried out. The quality of prints is shown by comparison of measured optical density of coloration and dot gain, between bovine leather samples and PVC substrate. It was found that the printing process on leather samples is easier after ironing due to reduction of thickness and that there is no significant difference in the quality of prints made on selected leather samples.

Ključne riječi: poluprerađena goveđa koža, UV Inkjet tisak, gustoća obojenja, prirast RTV-a.

Keywords: semi-processed bovine leather, UV Inkjet printing, color density, RTV dot gain.

1. Uvod

Životinjska je koža visokovrijedna sirovina koja je, zbog svojih izuzetnih fizikalno-mehaničkih [1] i estetskih karakteristika, u uporabi od davnina. Ova sirovina specifične strukture, nije jednolika na svim svojim dijelovima, što ju čini zahtjevnim materijalom za preradu. Razvojem tehnologije prerade i postupaka obrade kože, pružaju se i nove mogućnosti u doradi kože odnosno završnoj obradi njenog prirodnog lica ili vanjske površine [2-4]. Estetske karakteristike izuzetno su važne za ukupni doživljaj određenog proizvoda, posebice kada su u pitanju proizvodi kao što su: odjeća, obuća, galanterija, presvlake za autosjedalice i namještaj, dekoracije za uređenje interijera i sl. Postupcima obrade lica ili vanjske površine kože moguće je postići željene estetske karakteristike koje će gotov proizvod učiniti modno poželjnim, a istovremeno prikriti eventualna oštećenja koja se nalaze na licu kože ili njenoj vanjskoj površini. Dorada ili dogotova uštavljene kože u užem smislu uključuje postupke dogotove prirodnog lica kože (apretiranja, pokrivnog bojenja, lakiranja, otiskivanja i sl.), a provodi se u svrhu zaštite lica kože, prikrivanja nedostataka te ostvarenja različitih vizualnih efekata [2, 5, 6]. Funkcionalni otisci (primjerice: grb ili logotip) na gotovoj koži, obući ili opremi najčešće su načinjeni primjenom tehnike sitotiska, a u praksi je utvrđeno da su takvi otisci kao i oni načinjeni drugim tiskovnim tehnikama vrlo često loše postojanosti. Razvojem tiskarskih tehnologija, tj. beskontaktnih metoda otiskivanja, omogućena je tvorba otisaka na tiskovnim podlogama čija površina nije bespriječno glatka. Pisači velikih dimenzija pružaju mogućnost otiskivanja na tiskovnim podlogama velikih

dimenzija, a napredak na području sastava bojila i načina njihova fiksiranja, omogućuje otiskivanje na različito upojnim podlogama [7-10].

Uzevši u obzir napredak na području tiskovnih tehnologija, lošu postojanost otisaka na dorađenoj (gotovoj) koži te općenito, neistraženost kože kao tiskovne podloge, u radu je definirana kvaliteta otisaka polupreradene goveđe kože otisnute pomoću piezoelektričnog Inkjet pisača. Definirana je i međusobno uspoređena kvaliteta otisaka dva uzorka polupreradene goveđe kože različitog stupnja obrade. Na uzorcima goveđe kože, provedena je denzitometrijska analiza kolornih otisaka otisnutih s procesnim bojilima (CMYK), dok je uspješnost otiskivanja prikazana usporedbom izmjerenih optičkih gustoća obojenja i prirasta rastertonskih vrijednosti. Za bolje sagledavanje uspješnosti otiskivanja, denzitometrijske vrijednosti uzoraka goveđe kože uspoređene su s vrijednostima otiska na standardnoj PVC tiskovnoj podlozi.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Materijali

Za tiskovnu podlogu su odabrani uzorci iz polupreradene goveđe kože s prirodnim licem (*crust natur*) dobivene obradom uvozne goveđe w/b (engl. wet blue) kože. Nakon močenja, pranja i provođenja ostalih tehnoloških operacija pripremnih radova, koža je uštavljena kromnim štavilom, neutralizirana, slabo maščena, sušena na stroju za vakuumsko sušenje, mekšana, napinjana na rame te naknadno međufazno glačana. Obrada kože prvog ispitnog uzorka (koža 1) je zaustavljena nakon tehnološke operacije napinjanja i izravnavanja, dok je drugi uzorak kože (koža 2) naknadno međufazno glačan. Ovako obrađena koža predstavlja poluproizvod i potrebno ju je, ovisno o namjeni dalje obrađivati. U ovoj fazi prerade uočljiv je i prepoznatljiv, u primjeni vrlo cijenjen izgled punog prirodnog lica kože. Koža nije bojana, a za tisak je odabrana i zbog relativno visokog stupnja bjeline postignutog postupcima štavljenja i nadoštave. Usporedbom otiska tako polupreradene kože, s otiskom na referentnoj tiskovnoj podlozi, moguće je planirati i optimirati postupak dorade kože u svrhu postizanja otiska veće kvalitete i postojanosti.

Kao referentna tiskovna podloga upotrijebljena je standardna PVC ploča (Forex® print) debljine 10 mm. Zahvaljujući svojoj izuzetno bijeloj, sjajnoj i glatkoj površini, Forex ploča omogućuje izniman rezultat otiskivanja.

Primjenom debljinomjera ID-C112PB Mitutoyo Absolute (slika 1a.) izmjerena je debljina kože i iskazana kao prosječna vrijednost 10 mjerenja. Utvrđeno je da debljina kože 1 iznosi 1,148 mm te da se nakon glačanja smanjuje i iznosi 0,957 mm.

2.2 Metodologija

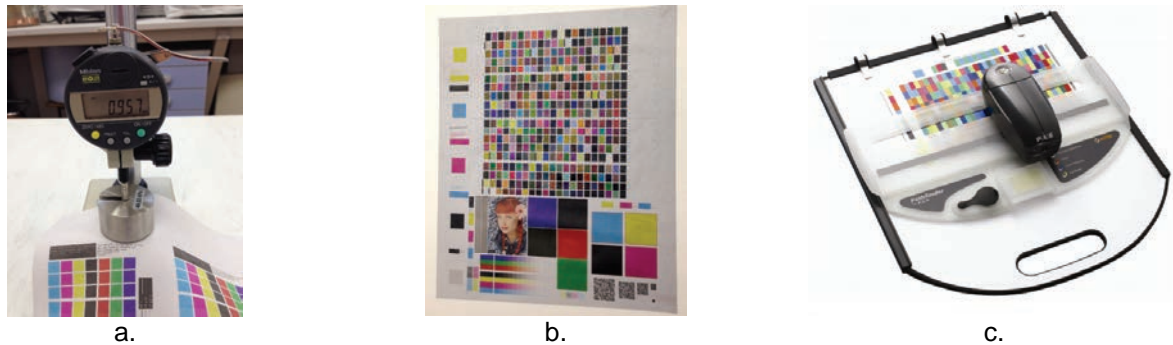
Za provedbu ispitivanja izrađena je tiskovna forma koja sadrži: standardni CMYK RGB stepenasti klin (u rasponu od 10 do 100 % RTV) i 378 definiranih polja za izradu ICC profila (slika 1b.), višebojnu ilustraciju za vizualnu usporedbu, mikrotekst i polja za otiranje.

Prilikom izrade ispitnih uzoraka korišten je Inkjet tiskarski stroj Rho P10 200 (UV Inkjet printer) proizvođača Durst. Kako bi se postiglo kolorimetrijski kontrolirano otiskivanje, tiskovna forma se prevodi u specifičan rasterski oblik te je za tu potrebu korišten softverski RIP Caldera. Pritom se kao izlazni profil primijenio onaj koji je namijenjen za otiskivanje PVC tiskovne podloge (Forex). Tehničke karakteristike stroja koji je primijenjen za tisak ispitnih uzoraka prikazane su u tablici 1.

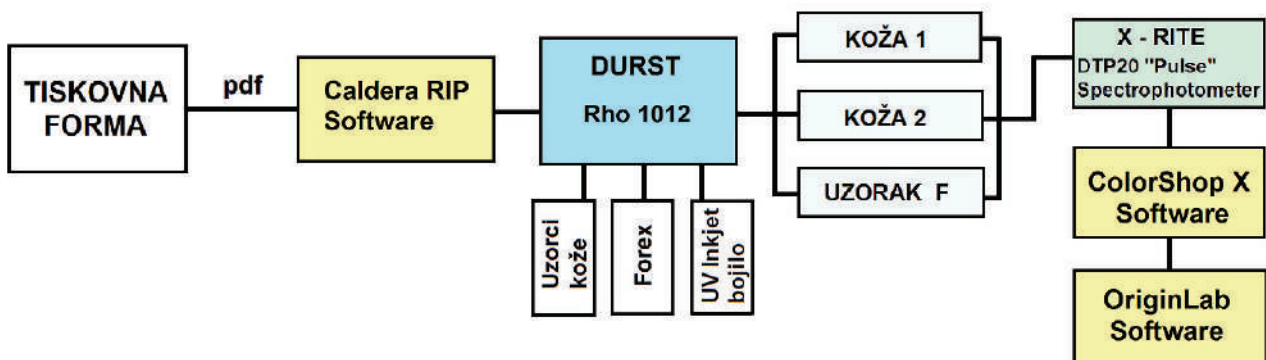
Tablica 1: Tehničke karakteristike tiskarskog stroja primijenjenog za tisak uzoraka

Tiskarski stroj	Durst Rho P10 200
Dimenzije	540 x 455 x 196 cm
Maksimalna rezolucija	1000 x 1000 dpi
Boje	CMYK, svijetla cijan, magenta, bijela, PCA
Bojilo	UV pigmentna bojila (Rho Premium Wide Gamut) Ink
Software/RIP	Caldera RIP
Dimenzije tiskovne podloge	Debljina: do 40 mm, Masa: do 50 kg

Za utvrđivanje kvalitete otiska primijenjen je laboratorijski spektrofotometar X-Rite DTP20 Pulse (slika 1c). S obzirom na to da kvaliteta otiska ovisi o kvaliteti prenesenih rasterskih elemenata na tiskovnu podlogu, pomoću aplikacije ColorShop X za svaki uzorak izračunata je gustoća obojenja i rastertonska vrijednost (RTV). Definiranje kvalitete otiska na uzorcima goveđe kože (koža 1 i koža 2), provedeno je međusobnom usporedbom gustoće obojenja osnovnih procesnih boja (CMYK) i prirasta rastertonske vrijednosti. Također, provedena je komparacija kvalitete otisaka na uzorcima goveđe kože s otisnutom PVC tiskovnom podlogom (uzorak F). Rezultati su grafički prikazani pomoću programa Origin 8.5.0. Shematski prikaz provedenog eksperimenta prikazan je na slici 2.



Slika 1: a. debljinomjer ID-C112PB Mitutoyo Absolute; b. tiskovna forma otisnuta na uzorku goveđe polupreradene kože; c. Spektrofotometar X-Rite DTP20 Pulse



Slika 2: Shematski prikaz provedenog postupka ispitivanja

3. Rezultati i rasprava

Zbog lakše provedbe tiska bilo je potrebno kožu nepravilna oblika fiksirati na podlogu/ploču. Utvrđeno je da je kožu zbog smanjenja debljine lakše tiskati nakon međufaznog glačanja zbog veće jednolikosti i boljeg prijanjanja na površinu podloge.

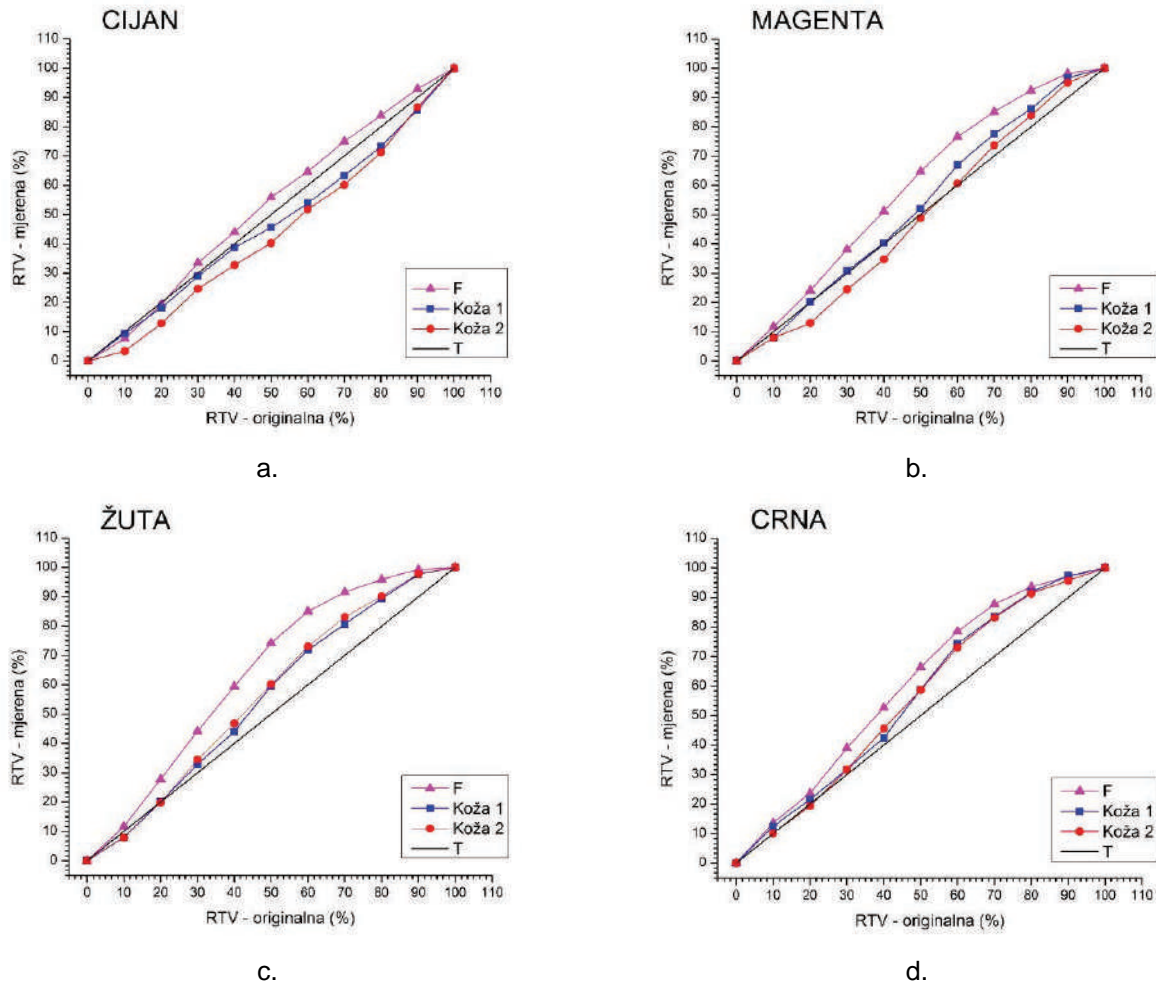
Kako bi se utvrdila uspješnost nanošenja osnovnih bojila na tiskovnu podlogu, konstruirane su krivulje reprodukcije koje opisuju realizaciju svijetlih, srednjih i tamnih tonских područja. Na slikama 3 i 4 prikazane su krivulje reprodukcije otisaka na koži (koža 1 i koža 2) te krivulja reprodukcije otiska na referentnoj PVC standardnoj tiskovnoj podlozi (F).

Na cijan otiscima referentna krivulja reprodukcije (F) najbolje slijedi idealnu krivulju (pravac nagiba 45°), pritom su ostvarene sljedeće rastertonske vrijednosti: $RTV\ 20\ \%_F = 19,31$; $RTV\ 80\ \%_F = 83,89$. Oba uzorka kože pokazuju potpuno drugačiji prirast rastertonskih vrijednosti u odnosu na referentni uzorak (F), posebice u srednjim i višim rastertonskim područjima. Uzorak kože čija je obrada zaustavljena nakon tehnološke operacije izravnavanja (koža 1) pokazuje nešto veće rastertonske vrijednosti u nižem i srednjem rastertonskom području, u odnosu na uzorak kože čija je obrada zaustavljena nakon tehnološke operacije međufaznog glačanja (koža 2) (slika 3a).

Kod magenta otisaka, referentni uzorak F pokazuje najveći prirast rastertonskih vrijednosti. Uzorak kože 2 karakterizira S oblik krivulje, koji u nižim rastertonskim vrijednostima pokazuje pad (negativni prirast RTV-a), a u tamnim rastertonskim vrijednostima ima pozitivan prirast. Uzorak kože 1 u potpunosti prati idealnu

krivulju (pravac nagiba 45°) do 40 % rastertonske vrijednosti, nakon čega dolazi do povećanja izmjerene rastertonske vrijednosti uzorka kože u odnosu na idealnu krivulju (slika 3b).

Žute otiske na referentnom uzorku F karakterizira najveći prirast rastertonskih vrijednosti (Z). On u nižim rastertonskim vrijednostima iznosi $Z\ 20\ \%_F = 7,79$; u srednjim $Z\ 50\ \%_F = 24,23$ i $Z\ 80\ \%_F = 15,92$ u višim rastertonskim vrijednostima. Otisci na uzorcima kože 1 i kože 2 ostvaruju manji prirast RTV- a (Z) u odnosu na referentni uzorak. Krivulje reprodukcije uzoraka kože se ponašaju gotovo jednako, uz minimalne razlike u srednjem rastertonskom području ($\Delta RTV\ 30\ \%_{koža2-koža1} = 1,78$; $\Delta RTV\ 40\ \%_{koža2-koža1} = 2,99$; $\Delta RTV\ 70\ \%_{koža2-koža1} = 2,40$) (slika 3c).



Slika 3: Prirast rastertonske vrijednosti (RTV) za otiske 4 standardne procesne boje (CMYK) uzoraka goveđe kože (koža 1 i koža 2) te standardne PVC podloge (F): a. cijan; b. magenta; c. žuta i d. crna

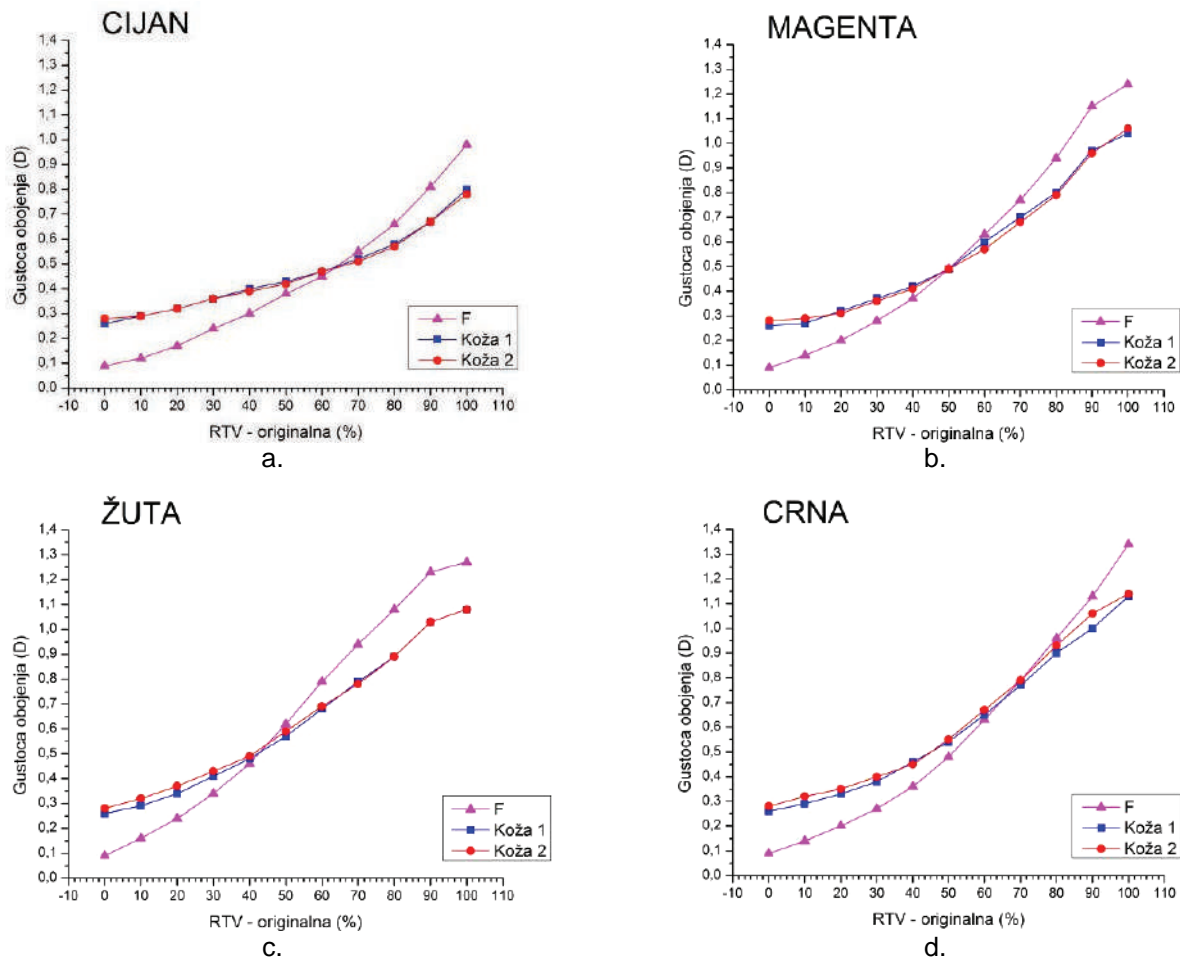
Crni otisci ostvaruju vrijednosti prirasta rastertonskih vrijednosti (Z) slične žutim otiscima, pri čemu u području svjetlijih rastertonskih vrijednosti rezultati odgovaraju idealnoj krivulji. Nakon 30 % rastertonske vrijednosti dolazi do povećanja izmjerene rastertonske vrijednosti kod svih uzoraka. Referentni otisak F ima najveći prirast u srednjim rastertonskim vrijednostima ($Z\ 80\ \%_F = 16,41$), dok u tamnim rastertonskim vrijednostima sve krivulje pokazuju slično ponašanje. Krivulje reprodukcije uzoraka kože 1 i kože 2 pokazuju slično ponašanje, uz manje devijacije ($\Delta RTV\ 10\ \%_{koža1-koža2} = 2,53$; $\Delta RTV\ 20\ \%_{koža1-koža2} = 1,56$; $\Delta RTV\ 40\ \%_{koža1-koža2} = 3,11$; $\Delta RTV\ 90\ \%_{koža1-koža2} = 1,35$) (slika 3d).

S obzirom na to da se kroz krivulje reprodukcije ne može detektirati što se događa s punim tonom, konstruirana su četiri grafa (CMYK) koja prikazuju krivulje ovisnosti gustoće obojenja (D) o rastertonskim vrijednostima (RTV). Pritom će najkvalitetniji otisak imati najveću gustoću obojenja.

Općenita tendencija, kod krivulja ovisnosti gustoće obojenja o rastertonskim vrijednostima, za sve 4 procesne (CMYK) boje je takva, da uzorci goveđe kože 1 i kože 2 u nižim rastertonskim vrijednostima imaju veću, a u višim rastertonskim vrijednostima manju gustoću obojenja u odnosu na referentni uzorak F. Razlog

ovakvog ponašanja je utjecaj tiskovne podloge, tj. uzorak kože ima veću gustoću obojenja u odnosu na standardnu PVC tiskovnu podlogu ($D 0 \%_F = 0,09$; $D 0 \%_{koža1} = 0,26$; $D 0 \%_{koža2} = 0,28$).

Kod cijan otisaka, uzorci kože imaju veću gustoću obojenja u odnosu na referentni uzorak F do 60% rastertonske vrijednosti, dok u višim rastertonskim vrijednostima referentni uzorak pokazuje veću gustoću obojenja ($\Delta D 100 \%_{F-koža1} = 0,18$; $\Delta D 100 \%_{F-koža2} = 0,20$). Krivulje uzoraka kože pokazuju gotovo jednako ponašanje (slika 4a).



Slika 4: Odnos gustoće obojenja i rastertonske vrijednosti za otiske 4 standardne procesne boje (CMYK) na uzorcima goveđe kože (koža 1 i koža 2) te standardne PVC podloge (F): a. cijan; b. magenta; c. žuta i d. crna

Krivulje ovisnosti gustoće obojenja o rastertonskim vrijednostima magenta otisaka na uzorcima kože 1 i 2 pokazuju gotovo jednako ponašanje uz minimalne razlike u nižem i srednjem rastertonskom području ($\Delta D 10 \%_{koža2-koža1} = 0,02$; $\Delta D 60 \%_{koža1-koža2} = 0,03$). Oba uzorka kože do 50 % rastertonske vrijednosti pokazuju veće vrijednosti gustoće obojenja u odnosu na referentni uzorak, dok nakon 50 % rastertonske vrijednosti uzorci kože pokazuju manje vrijednosti gustoće obojenja u odnosu na referentni uzorak (slika 4b).

Žuti otisci svih uzoraka kod 50 % rastertonske vrijednosti pokazuju minimalne razlike u gustoći obojenja ($\Delta D 50 \%_{F-koža1} = 0,03$ i $\Delta D 50 \%_{F-koža2} = 0,05$). Krivulje uzoraka kože 1 i 2 ponašaju se gotovo jednako, uz minimalne razlike u nižem rastertonskom području ($\Delta D 10 \%_{koža2-koža1} = 0,03$) (slika 4c).

Kod crnih otisaka, uzorci kože 1 i kože 2 pokazuju veće vrijednosti gustoće obojenja do 70 % rastertonske vrijednosti, nakon čega referentni uzorak pokazuje veće vrijednosti. Krivulje uzoraka kože 1 i 2 ponašaju se gotovo jednako, uz minimalne razlike u nižem ($\Delta D 10 \%_{koža2-koža1} = 0,03$) i višem ($\Delta D 90 \%_{koža2-koža1} = 0,06$) rastertonskom području, pri čemu uzorak kože 2 pokazuje neznatno veće vrijednosti (slika 4d).

4. Zaključci

Utvrđeno je da je kožu zbog smanjenja debljine lakše tiskati nakon međufaznog glačanja primjenom tehnike piezoelektričnog inkjeta.

Vrednovanjem kvalitete otisaka nisu utvrđene značajne razlike između ispitivanih uzoraka polupreradene goveđe kože:

- Krivulje reprodukcije žutih i crnih otisaka pokazuju da su otisci zadovoljavajuće reproducirani, dok bi kod cijan i magenta otisaka bilo potrebno izvršiti korekciju. Za uzorke kože 2 potrebno je korigirati magenta otiske povećanjem svjetlijih rastertonskih vrijednosti slike (za 11,16 %), a cijan otiske povećanjem svih rastertonskih vrijednosti. Kod uzorka kože 1 trebalo bi korigirati cijan otiske povećanjem srednjih i tamnijih rastertonskih vrijednosti.
- Oba uzorka kože imaju gotovo jednaku gustoću obojenja kod cijan, magenta i žutih otisaka, uz minimalne razlike u nižim tonskim vrijednostima. Kod crnih otisaka uzorak kože, čija je obrada zaustavljena nakon tehnološke operacije međufaznog glačanja (koža 2), pokazuje nešto bolje rezultate u odnosu na uzorak kože koji nije glačan (koža 1).

Vodeći računa o različitosti površine i tona polupreradene goveđe kože s prirodnim licem i glatke bijele standardne PVC ploče, u nastavku istraživanja će se bolja kvaliteta otiska pokušati postići optimiranjem dorade odnosno pripreme kože za tisak - obradom lica kože, glačanjem i odgovarajućim oplemenjivanjem.

Literatura

- [1] Tomljenović, A. & Akalović, J.: Otpornost kože na djelovanje vlačnih opterećenja, *Koža & obuća*, **60** (2013) 10-12, str. 24-26, ISSN 0450-8726
- [2] Reich, G.: *Leather, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, ISBN 9783527306732, (2000), pp.621-659,
- [3] Basaran, B.; Yorgancioglu, A. & Onem E.: A novel approach in leather finishing: Surface modification with flock fibers, *Textile Research Journal*, **82** (2012) 15, pp.1509-1516, ISSN 1746-7748
- [4] Liu, J. et al: Polyacrylate/Surface-Modified ZnO Nanocomposite as Film-Forming Agent for Leather Finishing, *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*, **63** (2014) 16, pp. 809–814, ISSN 0091-4037
- [5] Grgurić, H. i sur.: Tehnologija kože i krzna. Zajednica kemijskih, kožarskih, obućarskih, gumarskih i rudarskih organizacija udruženog rada odgoja i usmjerenog obrazovanja SR Hrvatske, Zagreb (1985)
- [6] Hrnjić, R. & Murko, D.: Osnove kožarske struke. Svjetlost, Sarajevo, (1983)
- [7] Ru, C. et al: A review of non-contact micro-and nano-printing technologies, *Journal of Micromechanics and Microengineering*, **24** (2014) 5, 1-11, ISSN 0960-1317
- [8] Derby, B.: Inkjet printing of functional and structural materials: fluid property requirements, feature stability, and resolution, *Annual Review of Materials Research*, **40** (2010) 1, pp. 395-414, ISSN 1531-7331
- [9] Magdassi, S.: The chemistry of Inkjet inks. World Scientific Pub. Co., ISBN-10 981-281-821-9, Singapore, (2010)
- [10] Majnarić, I. & Leskovec, T.: Inkjet tisak (jučer, danas, sutra), *CROPRINT*, **3** (2009) 4, str. 48-51, ISSN 1845-9943

Autori:

Kristina RUSAK mag.ing.techn.text.

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385)(1) 24 46 094

Fax:

E-mail: kristinarusak@gmail.com

Doc. dr. sc. Igor MAJNARIĆ

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Getaldićeva 2, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 2371 231

Fax: +(385) (1) 2371 077

E-mail: igor.majnarić@grf.hr

Pred. Jadranka AKALOVIĆ, dipl. ing.

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 3712 550

Fax: +(385) (1) 3712 599

E-mail: jadranka.akalovic@tff.hr

Izv. prof. dr. sc. Antoneta TOMLJENOVIĆ

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 3712 522

Fax: +(385) (1) 3712599

E-mail: antoneta.tomljenovic@tff.hr

VISOKOUČINKOVITA VLAKNA U EKSTREMNOM JEDRENJU

HIGH PERFORMANCE FIBRES IN EXTREME SAILING

Edita VUJASINOVIĆ & Marijana PAVUNC

Sažetak: Ekstremno jedrenje kao posebno zahtjevna kategorija jedrenja osim izuzetno osposobljene i uigrane posade jedrilice, zahtijeva i kvalitetne materijale za izradu jedrilice i jedara. Razvoj visokoučinkovitih vlakana krajem prošlog stoljeća rezultirao je svojevrsnom revolucijom u svijetu materijala za izradu jedara. Visokoučinkovitim vlaknima ojačani kompoziti postali su primarni izbor vrhunskih jedriličara, ne samo zbog većih brzina već i zbog sigurnosti. U radu su prikazane karakteristike materijala za izradu jedara koji se danas smatraju najpoželjnijima za ekstremno jedrenje.

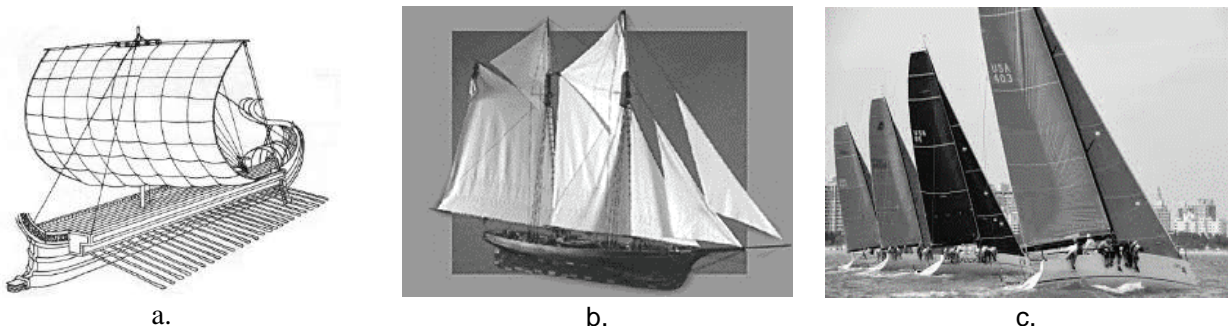
Abstract: Extreme sailing as a particularly demanding category of sailing requires exceptionally qualified and well-coordinated sailing crew and best quality materials to produce sailboats and sails. The development of high performance fibres at the end of the last century resulted in a revolution in the world of sailcloth. High-performance fibre-reinforced composites have become the primary choice of top sailors, not only because of higher sailing speed but also for safety. This paper describes the characteristics of the sailcloth, which are today considered the most desirable for extreme sailing.

Ključne riječi: materijal za izradu jedara, ekstremno jedrenje, visokoučinkovita vlakna, vlaknima ojačani kompoziti.

Keywords: sailcloth, extreme sailing, high-performance fibres, fibre reinforced composites.

1. Uvod

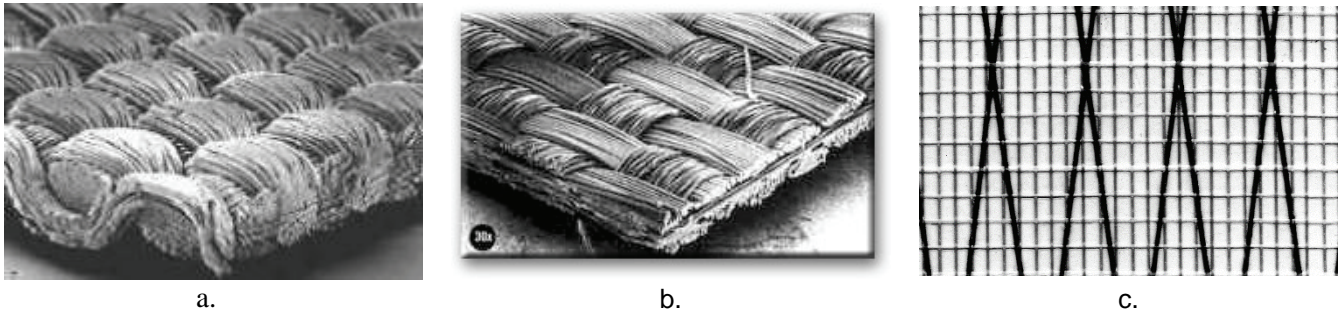
Još od doba primjene životinjskih koža i papirusa te lanenih i pamučnih jedara (slika 1) pa sve do danas, kad se za izradu jedara upotrebljavaju najsuvremeniji materijali [1, 2], jedrari nastoje izraditi najbolje jedro – podrazumijevajući pritom jedro koje je elastično kada nema vjetera, ali i dovoljno čvrsto da ne popusti kada je vjetar jak.



Slika 1: Jedra kroz povijest: a. lanena jedra; b. pamučna jedra i c. jedra od ugljikovih vlakana

Kako bi zadovoljili ove zahtjeve, proizvođači jedara trebaju oblikovati jedro balansirajući sile vjetera s naprežanjima u jedru. Pritom se maksimalno iskorištenje jedra postiže optimalnim aerodinamičnim oblikom, stabilnošću tog oblika, nepropusnošću zraka i glatkom površinom jedra [1]. Proizvođači jedara mogu, na temelju iskustva i znanja, projektirati optimalni aerodinamični oblik željenog jedra, ali kako dobro će se taj oblik održati, pri različitim vjetrovima i u različitim vremenskim uvjetima, ovisi o upotrijebljenom materijalu, točnije njegovoj konstrukciji, poroznosti, stabilnosti na UV zračenje, otpornosti prema istezanju i čvrstoći.

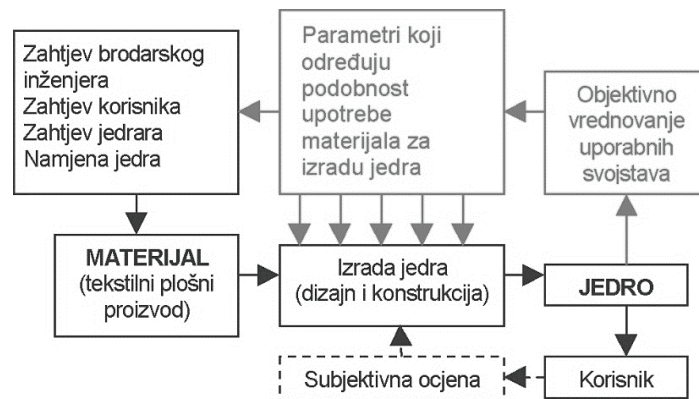
Izrada jedra je proces konstantne optimizacije, koja se ne odnosi samo na projektiranje i oblikovanje jedra već i na dizajn i osmišljavanje odgovarajućeg materijala za njegovu izradu. Upravo stoga su najvažnije inovacije u području jedara, nakon inovacija u dizajnu, napravljene u konstrukciji i kreaciji materijala za njihovu izradu (slika 2) što se, uostalom, potvrđuje i znatnim brojem patenata i patentnih prijava na temu jedara (oko 60 % svih ukupno prijavljenih patenata na temu jedra i jedrenja) [3].



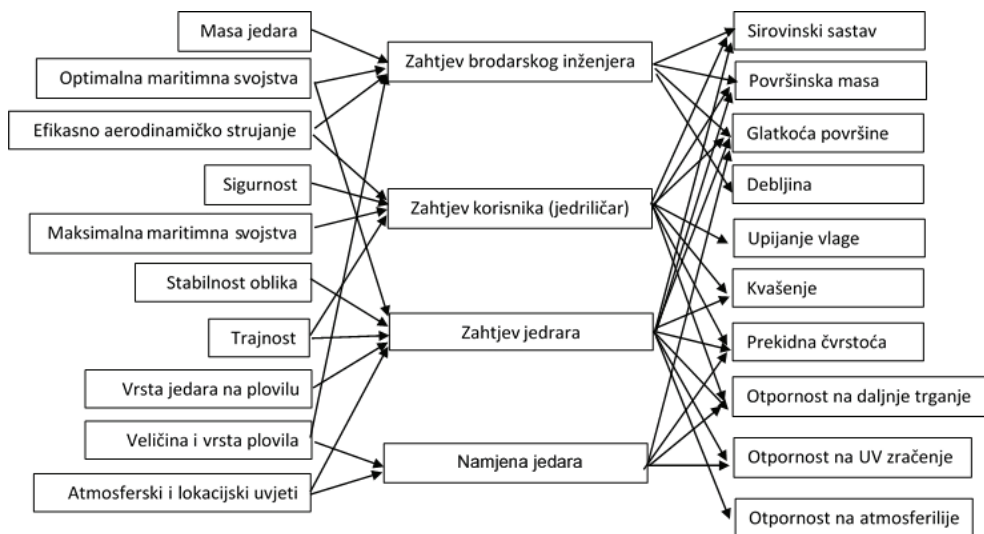
Slika 2: Materijal za izradu jedara kroz povijest: a. tkanina; b. kompozitni materijal i c. vlaknima ojačani kompozit

2. Eksperimentalni dio

Tradicionalni način odabira pogodnog materijala za izradu jedra, a koji je baziran na subjektivnoj ocjeni primjenljivosti, više nije moguć, zbog izrazite raznolikosti ishodišnog materijala, što je posljedica intenzivnog razvoja na području proizvodnje vlakana i vlaknima ojačanih kompozita. Nužno je, stoga, u proces odabira materijala i izrade jedra uvesti sustav objektivnog mjerenja, razrađenih prema specifičnim procesnim zakonitostima i zahtjevima (slika 3). Definiranjem relevantnih parametara (slika 4), koji povezani zajedno objektivno opisuju podobnost materijala za izradu jedra (tj. njegovu kvalitetu), omogućit će se objektivno vrednovanje tih materijala i olakšati proces odlučivanja pri odabiru prikladnog materijala prema željenim svojstvima jedara u uporabi [4].



Slika 3: Shematski prikaz uvođenja sustava objektivnih mjerenja u proces izrade jedara



Slika 4: Definiranje parametara za objektivno opisivanje materijala za izradu jedra za ekstremno jedrenje

2.1 Metode i postupci ispitivanja

Kod odabira prikladnih metoda i postupaka ispitivanja (tablica 1) definiranih parametara za objektivno vrednovanje materijala za izradu jedra (slika 4), nastojalo se odabrati što više standardima definiranih metoda i postupaka. Ipak, zbog specifičnosti nekih kvalitetnih parametara, a koji su proizašli iz posebnih zahtjeva za uporabna svojstva, korištene su i suvremene metode analize poput digitalne analize mikroskopske slike ili KES sustav koji, iako nije primarno namijenjen karakterizaciji ove vrste tekstilnih plošnih proizvoda, modifikacijom uvjeta ispitivanja može se uspješno primijeniti za objektivna mjerenja materijala za izradu jedara (sigurno se ovo može kazati jednostavnije s ciljem da bude jasnije).

Tablica 1: Korištene metode i postupci

Kvalitetni parametar	Metoda/postupak
Sirovinski sastav	Identifikacija vlakana IR – spektroskopijom (ASTM D276-80)
Površinska masa	BS EN 12127:1998
Debljina	ISO 5084:1996; KES-FB3 mjerna naprava za ispitivanje kompresije odnosno kompresibilnosti (površina pritiskivača 2 cm ² , veličina tlačnog opterećenja (za osjetljivost 2x5) 49,05 Nm ⁻² i 4,91kNm ⁻² , točnost očitavanja 0,001 mm, veličina uzorka: 20 x 20 cm)
Glatkoća površine	KES-FB4 mjerna naprava za ispitivanje površinskih svojstava (trenja i hrapavosti), veličina uzorka : 20 x 20 cm, predopterećenje uzorka (uzduž smjera sile trenja): 19,62 Nm ⁻¹ , duljina na kojoj se provodi mjerenje kretanjem mjernog osjetila: 2 cm, brzina kretanja mjernog osjetila: 0,1 cms ⁻¹
Kvasivost	Određivanje kuta kvašenja – metoda kapi, mjerenjem kontaktnog elevacijskog kuta u trojnoj točki kruta faza (ispitivani materijal) – tekuća faza – plinovita faza [213-215]; određivanje adhezijskog rada potrebnog za odvajanje tekućine
Čvrstoća	ISO 13934-1:2013
Otpornost na daljnje trganje	ISO 13937-1:2000

2.2 Uzorci za ispitivanje

U tablici 2 prikazane su trgovačke oznake i opisi korištenih uzoraka materijala za izradu jedara.

Tablica 2: Oznake i opis uzoraka odabranih za ispitivanje

Oznaka uzorka	Trgovačka oznaka	Opis
1	Cuben fiber 0,5 mil film; 1,3 us oz	Laminirani materijal s filmom debljine 12,7 μm
2	Cuben fiber 0,3 mil film; 0,9 us oz	Laminirani materijal s filmom debljine 7,6 μm
3	Bainbridge Spectra 1,8 us oz	Laminirani materijal od Spectra [®] vlakana
4	Dimension Kevlar 1 mil; 2,2 us oz	Laminirani materijal od Kevlara [®] s filmom debljine 25,4 μm
5	Dimension Kevlar 0,75 mil; 1,5 us oz	Laminirani materijal od Kevlar [®] vlakana, s filmom debljine 19,1 μm
6	Dimension Kevlar with X ply; 2,4 us oz	Laminirani materijal od Kevlar [®] vlakana s dodatnim sustavom ojačavajućih niti (tzv. dijagonalni X skrim)

3. Rezultati

U tablici 3 prikazani su rezultati određivanja relevantnih kvalitetnih parametara materijala za izradu jedara koji omogućuju njihovo objektivno vrednovanje i odabir najpogodnijeg materijala za ekstremno jedrenje.

Analiza dobivenih rezultata pokazuje da se u suvremenim materijalima za izradu jedara, koji su vlaknima ojačani kompoziti, kao ojačalo koriste visokoučinkovita vlakna poput UHMW PE i AR vlakana dok je matrica izrađena od PES filma Mylar[®] (registrirano trgovačko ime tvrtke DuPont za biaksialno orijentirani, termoplastični film). Prednost uzorka 2 u odnosu na ostale rezultat je iznimne kombinacije njegovih svojstava male površinske mase, velike glatkoće površine, velike čvrstoće u uzdužnom i poprečnom smjeru te niske kvasivosti.

Tablica 3: Rezultati objektivnog mjerenja i vrednovanja materijala za izradu jedara

Kvalitetni parametar	Uzorci					
	1	2	3	4	5	6
Mikroskopski izgled						
Sirovinski sastav	PE vlakno Spectra® / PES film Mylar®	PE vlakno Spectra® / PES film Mylar®	PE vlakno Spectra® / PES film Mylar®	AR Kevlar® i PE Spectra® vlakno/ PES film Mylar®	AR Kevlar®, PE Spectra® i PEN vlakno/ PES film Mylar®	AR Kevlar® i Twaron®, PE Spectra® i PEN vlakno/ PES film Mylar®
M _A [gm ⁻²]	56,00	38,10	78,60	95,77	64,41	103,53
d [mm]	0,074	0,137	0,171	0,238	0,331	0,309
SMD [μm]	2,1643	2,3013	4,8993	2,7183	4,4245	3,8625
Θ _s [°]	77,8/80,4	76,4/78,4	79,4/82,6	87,0/89,6	78,4/82,2	77,6/82,0
W _a [mJ]	87,82/85,80	89,55/88,32	85,83/82,29	76,30/74,05	87,08/83,51	88,07/83,77
Čvrstoća 0°/90°/45° [Nmm ⁻²]	388,75 / 379,98 / 111,46	547,28 / 645,52 / 85,50	375,23 / 117,65 / 21,57	214,31 / 95,28 / 50,24	133,69 / 91,32 / 15,30	106,18 / 87,59 / 12,00
W _T 0°/90°/45° [cNcm]	4963,9 / 5130,6 / 6729,7	4630,3 / 4767,7 / 6239,2	7122,1 / 7377,1 / 5120,8	5238,5 / 7141,7 / 5787,9	5552,5 / 5179,7 / 4169,3	8397,4 / 8122,7 / 6337,3
OV	2	1	5	3	4	4

Gdje je: d – debljina; M_A - površinska masa; SMD - površinska hrapavost; Θ_s - kontaktni kut kvašenja za destiliranu/ morsk vodu; W_a - adhezijski rad za destiliranu/ morsk vodu; W_T - otpornost na daljnje trganje kao rad pretrgavanja; 0°/90°/45° – oznake za smjer ispitivanja 0° = uzdužni, 90° = poprečni i 45° = dijagonalni smjer; OV - objektivno vrednovanje materijala za jedra u ekstremnom jedrenju (ocjene od 1 - 5 gdje je 1 najbolji a 5 najlošiji materijale)

4. Zaključak

Za objektivno vrednovanje i opisivanje materijala namijenjenog izradi jedara neophodan je sustavni pristup koji uključuje utvrđivanje relevantnih pokazatelja kvalitete za određenu namjenu (npr. ekstremno jedrenje). Sustavna ispitivanja prema predloženoj shemi (slike 3 i 4) omogućuju izradu kvalitetne karte materijala, kao osnove za stavljanje proizvoda na tržište, optimizaciju proizvodnje te usporedbu materijala bez obzira na različitost njihovih konstrukcija i sastava, kao i vrednovanje sa stajališta svakog pojedinog subjekta (brodarski inženjer, jedrar, jedriličar).

Literatura

- [1] Whidden, T. & Levit, M.: *The Art and Science of Sails*, St. Martin`s Press, ISBN 0-312-04417-8, USA (1990)
- [2] Doyle B.E.: Strong Fabrics for Fast Sails, *Scientific American*, **277** (1997) 7, pp. 46-53, ISSN 0036-8733
- [3] Patentna literatura Državnog zavoda za intelektualno vlasništvo, (prijava i patenti na temu jedara) Zagreb 2012: US6237521; GB 999061; JP 200035244; DE 19902012; JP 2000154465; EP 0979773; PL 239963;
- [4] Vujasinović, E.: *Istraživanja mogućnosti objektivne karakterizacije materijala za izradu jedara*, Disertacija, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, (2003)

Zahvala

Rad je izrađen u okviru Potpore za 2014. god. „Odjevni sustavi iz visokoučinkovitih materijala – učinkovita zaštita u akcidentnim situacijama.“

Autor(i):

Izv. prof. dr. sc. Edita VUJASINOVIĆ; Marijana PAVUNC, mag.ing.techn.text.
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb, Hrvatska
Tel: +(385) (1) 37 12 567 Fax: +(385) (1) 37 12 535 E-mail: edita.vujasinovic@ttf.hr

FUNKCIONALNA OBRADA MATERIJALA U SVRHU KREIRANJA NAUTIČKE KOŠULJE

FUNCTIONAL TREATMENT OF MATERIALS WITH PURPOSE OF CREATING A NAUTICAL SHIRT

David SKALA; Mihovil STAROVEŠKI; Tomislav STEPIĆ & Selena GAZDA

Sažetak: Rad prikazuje razvoj ideje i recepture za obradu materijala u svrhu postizanja funkcionalnih svojstava uljoodbojnosti, vodoodbojnosti, smanjenog gužvanja i poboljšane UV zaštite kao temeljnih svojstava materijala za izradu prototipa košulje za nautičare.

Abstract: The paper presents the development of ideas and recipes for the treatment of materials to achieve functional properties of oil/water repellency, reduced creasing and enhanced UV protection as basic properties in making of a nautical shirt prototype.

Ključne riječi: košulja, funkcionalni dizajn, oplemenjivanje.

Keywords: shirt, functional design, finishing.

1. Uvod

Začetnici projektne ideje o „idealnoj“ nautičkoj košulji su studenti Sveučilišta u Zagrebu Ekonomskog fakulteta. Željeli su realizirati funkcionalnu košulju koja će, primarno nautičaru pomoći u plovidbi, a sekundarno, turistu omogućiti bezbrižno ljetovanje. Razmišljajući o tome kako bi ona trebala izgledati i što bi sve trebala sadržavati, trebalo je imati na umu to da su nautičari najčešće izloženi jakom suncu ili pak vjetru, da im se odjeća lako može zaprljati, te da, neophodno potrebne, osobne stvari često ispadaju iz džepova, ponekad i u more. Košulja koju su zamislili treba biti dovoljno funkcionalna na brodu, a pritom i vizualno atraktivna i prikladna za formalnije prigode. Materijal od kojeg će biti sašivena treba biti od prirodnih vlakana i ugodan za kožu, a jednostavan za održavanje. Realizacijom ove ideje, nautička košulja bi bila odličan proizvod koji bi mogao pronaći sigurnu tržišnu nišu. U razgovoru i raspravi oko mogućnosti razrade kroja, funkcionalnih elemenata i funkcionalizacije materijala, studenti Ekonomskog fakulteta su se povezali sa studenticom Tekstilno-tehnološkog fakulteta i skupinom nautičara. U idejnoj se fazi promišljalo o različitim rješenjima dizajna i ključnim svojstvima materijala. Usuglašeni su stavovi o svojstvima materijala: treba biti pamučni ili mješavina pamuka s poliesterskim vlaknima, obrađen protiv gužvanja i UV zračenja, te vodoodbojan i uljoodbojan. Elementi kroja košulje bi sadržavali prilagodljiv ovratnik i orukvice za zaštitu od sunca, džepove nepropusne za vodu, vodootporne zatvarače, filtre za disanje i trake za zatezanje donjeg ruba u slučaju lošeg vremena, mjesto za eventualni ušiveni čip, te prepoznatljiv i funkcionalan dizajn. Studenti Ekonomskog fakulteta su se angažirali oko okupljanja suradnika na projektu i izrade poslovnog plana, a studentica Tekstilno-tehnološkog fakulteta za dizajn košulje i obradu materijala. Poslovni plan uključuje analizu izvedivosti projekta pri čemu je bilo važno pronaći institucije za suradnju i načiniti troškovnik.

Studentica Tekstilno-tehnološkog fakulteta se obratila Znanstveno-istraživačkom centru za tekstil (TSRC-*Textile Science Research centre*), izložila ideju projekta i zatražila pomoć za smjer istraživanja u razvoju funkcionalne obrade materijala. Istraživači TSRC-a su se povezali s tvrtkom DyStar GmbH, dobavljačem sredstava za oplemenjivanje i dogovorili odabir sredstava za funkcionalizaciju materijala za izradu nautičke košulje. Poslovni plan je zahtijevao kalkulaciju troškova materijala, sredstava za obradu, šivanja i promidžbe, pri čemu je tvrtka Čateks d.d. predviđena kao dobavljač materijala i njegove obrade, tvrtka Dystar za nabavku sredstava za obradu i tvrtka Men's Stuff za krojenje i šivanje nautičkih košulja. Procijenjen je okvirni ukupni trošak izrade jedne košulje i pretpostavljena cijena iste u finalnoj prodaji. Također je pretpostavljena godišnja neto dobit od prodanih košulja, te sukladno tome ukupna potrebna investicija.

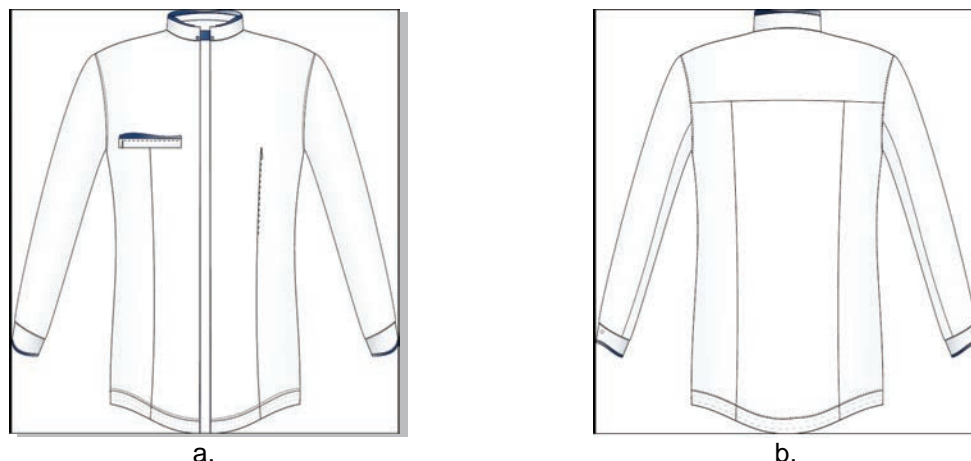
Projekt je prijavljen na *Business Plan Contest 2014* u organizaciji studentske udruge eSTUDENT. Predstavljen je u obliku prezentacije i poslovnog plana velikom broju mentora, predstavnika Zagrebačke banke, *Croatian Business Angels Network* (CRANE), *Sense Consulting-a*, Simulus grupe sa svrhom poboljšanja i daljnjeg usavršavanja poslovnog plana. U posljednjem krugu natjecanja projekt je predstavljen pred stručnim žirijem sastavljenim od članova CRANE-a, Zagrebačkog inkubatora poduzetništva (ZIP), Poslovno-inovacijske agencije RH (BICRO), Centra za istraživanje, razvoj i transfer tehnologije Sveučilišta u Zagrebu (CIRTT-a), Razvojne agencije Zagreb (TPZ) te Ekonomskog fakulteta u Zagrebu. Predstavljeni

projekt je na finalnom događaju *Business Plan Contest* 2014., u organizaciji portala eSTUDENT 7. svibnja 2014 osvojio drugo mjesto na natjecanju [1].

U ovom je radu prikazana funkcionalizacija materijala za izradu nautičke košulje u svrhu postizanja specijalnih i prethodno istaknutih željenih svojstava.

2. Razrada dizajna

Razrada dizajna nautičke košulje je prikazana na slici 1.



Slika 1: Dizajn nautičke košulje: a. sprijeda; b. straga

3. Funkcionalna obrada i metode karakterizacije

U svrhu odabira optimalnog materijala za funkcionalizaciju i izradu nautičke košulje odabrano je pet (5) tkanina različitog sirovinskog sastava i konstrukcijskih karakteristika, što čini preliminarnu fazu istraživanja obavljenih u okviru djelatnosti TSRC-a u suradnji sa studenticom Tekstilno-tehnološkog fakulteta, članicom projektne skupine. Tvrtka Dystar GmbH ustupila je uzorke potrebnih sredstava za laboratorijsku obradu te preporučila sastav recepture (Ap. 1), koja je modificirana u finalnoj fazi razrade recepture (Ap. 2, tablica 1).

Tablica 1: Karakterizacija sredstava za funkcionalizaciju i uvjeti obrade

Apretura	Sastav	γ (g/L)	Uvjeti obrade
Ap. 1	Evo Pret RGE	Umreživač	Benz rastezni uređaj Ec = 15 kg/cm ² T sušenja = 105 °C, 2 min Tkondenzacije = 160 °C, 30 s.
	Evo Pret-Cat KLF	Katalizator na bazi MgCl ₂	
	Evo Fin PL	UV apsorber	
	Evo Soft PEN	Omekšivač	
	Evo Protect ERG	Fluorkarbonski polimer	
	octene kiseline	Podšavanje: pH, 3,7	
Ap. 2	Evo Pret RGE	Umreživač	Benz rastezni uređaj Ec = 15 kg/cm ² T sušenja = 105 °C, 2 min Tkondenzacije = 160 °C, 30 s.
	Evo Pret-Cat KLF	Katalizator na bazi MgCl ₂	
	Evo Fin PL	UV apsorber	
	Evo Soft PEN	Omekšivač	
	Evo Protect ERG	Fluorkarbonski polimer	
	octene kiseline	Podšavanje: pH, 3,5	

S obzirom na to da rezultati postojanosti efekata dobivenih funkcionalnom obradom (Ap. 1) na bijelom pamučnom popelin materijalu površinske mase 110 g/m² nisu bili zadovoljavajući, dodatno su izabrana četiri (4) materijala (tablica 2).

Tablica 2: Površinske mase uzoraka tkanina odabranih za obradu

Materijal	Sirovinski sastav(%)	Ton obojenja	Površinska masa Q(g/m ²)	
1	Pamuk	100	Bijeli (kemijski bijeljen)	134,2
2	Pamuk/PES	50/50	Bijeli (optičko bjelilo)	199,9
3	Pamuk	100	Plavi (pastelno)	141,0
4	Pamuk	100	Bijeli (kemijski bijeljen)	178,1

Na neobrađenim i obrađenim materijalima (tablica 2) su ispitana funkcionalna svojstva: elastičnog oporavka (kut oporavka), čvrstoće (prekidna sila i prekidno istezanje) i UV zaštitnih svojstava (UPF) [2-4].

4. Rezultati i rasprava

Učinak umreživača u funkcionalnoj apreturi na kut oporavka neobrađenog materijala u smjeru osnove i potke izmjererni su prema normi HRN EN 22313:2008 (tablica 3).

Tablica 3: Kutovi oporavka ispitivanih uzoraka u smjeru osnove i potke

Materijal		Osnova 1	Osnova 2	\bar{x} osnova	Potka 1	Potka 2	\bar{x} potka	\bar{x} osnova + \bar{x} potka
1	Neobrađeni	45°	44°	44,5°	45°	47°	46°	45°
	Ap 1	89°	89°	89°	85°	88°	86,5°	87°
	Ap 2	95°	98°	96,5°	100°	88°	94°	95°
2	Neobrađeni	105°	108°	106,5°	75°	70°	72,5°	90°
	Ap 1	75°	90°	82,5°	110°	120°	115°	95°
	Ap 2	124°	125°	124,5°	125°	125°	125°	125°
3	Neobrađeni	55°	50°	52,5°	32°	28°	30°	41°
	Ap 1	75°	90°	82,5°	75°	74°	74,5°	80°
	Ap 2	100°	110°	105°	70°	80°	75°	90°
4	Neobrađeni	42°	40°	41°	42°	50°	46°	48°
	Ap 1	82°	80°	81°	75°	70°	72,5°	76°
	Ap 2	98°	77°	87,5°	82°	74°	78°	82°

Kutovi oporavka svih tkanina nakon provedenih postupaka apretiranja po recepturi 1 i 2 (Ap. 1 i Ap. 2) su uvećani, što pokazuje da je primijenjeni umreživač dao povoljan elastični oporavak tkanine. Neobrađena tkanina od PES/pamuka ima visoki kut oporavka zbog udjela PES vlakana u mješavini. Vidljivo je da je apretura 2 s većom količinom umreživača dala povoljnije rezultate, poglavito kod tkanine 2.

Poznato je da umreživači utječu na pad prekidne sile, (tablica 4). U svrhu dobivanja podataka o postojanosti efekata dobivenih funkcionalnim obradama primijenjenih apretura, istražena su mehanička i UV zaštitna svojstva neobrađenih i apretiranih (Ap 1 i Ap 2) materijala (tablica 4). Prekidna sila i prekidno istezanje rađeni su na uzorcima dimenzija 35 x 5cm u smjeru osnove, uz brzinu istezanja 100 mm/min i predopterećenje 2N. UPF vrijednosti određivane su na UV/VIS spektrofotometru Varian-Cary 50/Solascreen prema AS/NZS 4399:1996. Vidljivo je da su sve apreture utjecale na mehanička svojstva, pri čemu je intenzitet promjena varijabilan. Apretirani uzorci imaju niže vrijednosti prekidnih sila, što znači da je došlo do pada čvrstoće materijala, a pad je naglašeniji kod tkanina obrađenih apreturom 2. Utjecaj umreživača na pad čvrstoće mješavine pamuka s PES vlaknima je minoran.

Tablica 4: Utvrđene vrijednosti prekidne sile (F_p), prekidnog istezanja (ε) i UV zaštitnih svojstava (UPF) ispitivanih uzoraka

Materijal	Apretura	F_p (N)	ε (%)	UPF ocjena
1	Neobrađeni	435	7,05	5
	Ap 1	317	6,45	10
	Ap 2	200	6,00	5
2	Neobrađeni	1403	20,55	50+
	Ap 1	1320	23,10	50+
	Ap 2	1367	22,80	50+
3	Neobrađeni	620	9,00	10
	Ap 1	515	7,80	10
	Ap 2	447	7,80	15
4	Neobrađeni	689	8,40	5
	Ap 1	514	8,40	10
	Ap 2	519	8,25	10

Na transmisijskom spektrofotometru izmjerene su vrijednosti UV zaštitnih svojstava za svaki od uzoraka, prije pranja. Najbolje zaštitno djelovanje pokazuje uzorak 2. Ova visoka UPF ocjena (50+) je uvjetovana udjelom PES vlakana u mješavini s pamukom [6].

Mjerenja elastičnog oporavka, prekidne sile i UPF zaštitnog djelovanja kod sva četiri eksperimentalna uzorka pokazala su različite rezultate, a najbolja svojstva, čak i bez obrade pokazao je uzorak 2. Unatoč tome, zbog krutog opipa koji nije sukladan primarnoj zamisli o dizajnu košulje, ta je tkanina eliminirana iz daljnjih ispitivanja te može biti tretirana u svrhu nekog drugog odjevnog predmeta. Apretiran uzorak 1 eliminiran je zbog niskih vrijednosti čvrstoće tkanine nakon apreture 1 i 2, dok je uzorak 4, unatoč nešto slabijoj elastičnosti, prihvaćen za daljnja istraživanja (veći kut oporavka, posebno kod apreture 2).

Tkanine 1, 3 i 4 zatim su ispitivane nakon pranja kako bi se vidjelo jesu li željena funkcionalna svojstva postojana na pranje. Mjerenjem kuta oporavka i prekidne sile opranih tkanina kroz 5 ciklusa, utvrđeno je da su uzorci 3 i 4 prikladniji za ovakvu obradu, te je na njima izmjeren UV zaštitni faktor i nakon pranja. Neobrađene tkanine pokazale su relativno slaba UV zaštitna svojstva, no nakon obrade apreturom 2 i pranja, njihova UPF ocjena raste.

5. Zaključci

Na temelju ispitivanja funkcionalnih svojstava obrađenih materijala, utvrđeno je da su pamučne tkanine 3 i 4 pokazale najbolje rezultate, te da su time prikladne za još finiju razradu recepture za ciljanu funkcionalizaciju. Daljnja istraživanja će profilirati materijal za izradu nautičke košulje koja posjeduje elastičnost, vodoodbojnost, uljoodbojnost i UV zaštitna svojstva košulje za nautičare koja će imati visoku postojanost na pranje i trenje.

Literatura

- [1] *Dostupno na* <https://estudent.hr/bpc>, *Pristupljeno*: 2014-12-01
- [2] HRN EN 22313:2008: *Tkanine-Određivanje oporavka nakon gužvanja horizontalno presavijenog uzorka mjerenjem kuta oporavka*
- [3] HRN EN ISO 13934-1:2008: *Tekstilije - Vlačna svojstva plošnih tekstilija – 1.dio: Određivanje maksimalne sile i istežanja pri maksimalnoj sili metodom trake*
- [4] AS/NZS 4399:1996 *Sun protective clothing – Evaluation and classification*
- [5] Bischof, S.; Katović, D. & Schramm, C.: Influence of microwaves on nonformaldehyde DP finished dyed cotton fabrics, *Textile Research Journal* **73** (2003) 8; pp. 733-738, ISSN 0040-5175
- [6] Dekanić, T.; Soljačić, I. & Pušić, T.: Impact of artificial light on optical and protective effects of cotton after washing with detergent containing fluorescent compound, *Tenside Surfactants Detergents*, **51** (2014) 5, pp. 451-459, ISSN 0932-3414

Zahvala

Zahvaljujemo se Znanstveno-istraživačkom centru Tekstilno-tehnološkog fakulteta (*Textile Science Research Centre*) na pomoći i sugestijama pri istraživanju i razvoju funkcionalne obrade materijala kao i objektivnom vrednovanju materijala, te tvrtki DyStar GmbH na odstupljenim sredstvima za obradu materijala pri realizaciji ovog projekta.

Autori:

Mag.ing.des.text. Selena GAZDA
Trg hrvatskih branitelja 26, HR-43212 Rovišće
Tel: +(385) (91) 5586314 Fax: +(…) (…)
E-mail: selena.7@hotmail.com

Univ.bacc.oec. David SKALA
Poljana Borisa Hanžekovića 45, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (91)3030175 Fax: +(…) (…)
E-mail: skala.david@gmail.com

Mag.oec. Tomislav STEPIĆ
Jaruščica 1f, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (99)2169222 Fax: +(…) (…)
E-mail: stepic.tomislav.ts@gmail.com

Univ.bacc.oec. Mihovil STAROVEŠKI
Jagode Truhelke 1, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (98) 9739830 Fax: +(…) (…)
E-mail: mihovil.staroveski@gmail.com

STERILIZACIJA TRETMANOM ANOKSIJE

STERILIZATION TREATMENT OF ANOXIA

Miodrag ŠMELCEROVIĆ; Dragan ĐORĐEVIĆ; Nebojša RISTIĆ

Sažetak: Jedan od problema u muzejima predstavlja osiguravanje optimalnih uvjeta koji će omogućiti čuvanje muzejskih predmeta u muzejskim depoima i onemogućiti pojavu bioloških oštećenja predmeta, kako onih izazvanih djelovanjem bakterija i gljiva, tako i onih izazvanih utjecajem kukaca. Može se reći da je ovo najveći problem kada su u pitanju predmeti organskog porijekla. Najčešći uzroci stvaranja ove vrste oštećenja su velike temperaturne razlike i visok stupanj vlažnosti u depoima za odlaganje. I, umjesto tradicionalnog tretmana fumigacije, a koji podrazumijeva upotrebu velike količine vrlo otrovnih kemikalija, rješenje je pronađeno u novoj tehnologiji - izlaganju zaraženih predmeta atmosferi bez kisika, napravljenoj uz pomoć Veloxi (Very low oxygen) sustava. Ovaj rad daje prikaz uporabe neotrovnih plinova za sterilizaciju muzejskih predmeta, na primjeru vunjenih rukavica iz etnografske zbirke Narodnog muzeja u Nišu i potvrđuje uništavanje ličinki kukaca sterilizacijom.

Abstract: One of the problems in museums in Serbia is ensuring optimal conditions that will allow safe storage of museum objects in museum storerooms and prevent the occurrence of biological damage, as those caused by bacteria and fungi, as well as those caused by the influence of insects. It can be said that this is the biggest problem when it comes to cases of organic origin. The most common causes of creating this type of damage are large differences in temperature and high humidity in the depots for disposal. And, instead of the traditional treatments of fumigation, which implies the use of large amounts of highly toxic chemicals, the solution is found in the new technology - presentation objects contaminated atmosphere without oxygen, created with the help Veloxi (Very low oxygen) system. This paper presents the use of non-toxic gas sterilization museum objects, using the example of woolen gloves from the ethnographic collections of the National Museum in Nis.

Ključne riječi: muzejski tekstil, konzervacija, anoksija, Veloxy

Keywords: textile museum, conservation, anoxia, Veloxy

1. Uvod

Predmeti od tekstila, kao i svi drugi muzejski predmeti, čuvaju se zbog svoje estetske ili materijalne i povijesne vrijednosti i načina izrade, odnosno kao svjedoci prošlosti i nositelji kulturne baštine jednog naroda. Oni su vrlo različiti po svom obliku i namjeni kojoj su služili, kao i stanju u kojem se nalaze. Tako među njima ima odjeće - haljina, kostima, kaputa, marama, čarapa, rukavica i drugih predmeta, zatim dijelova narodnih nošnji i vojničke odjeće, ali i veliki broj tapiserija, zastava, kao i predmeta kod kojih su samo pojedini dijelovi od tekstila, kao kod namještaja, npr. vlakno tkanine razara se neovisno od toga sprema li se na slobodnom, otvorenom ili pod staklom, je li konzervirano ili nije [1]. Glavni čimbenici njegovog propadanja su svjetlost i drugi utjecaji okoline u kojoj se čuva, zatim vlaga, temperatura, nečistoće iz zraka (sadržaj prašine i štetnih plinova u njemu), kao i insekti i mikroorganizmi. Najveći izazov predstavlja očuvanje muzejskih predmeta od organskih materijala. Vlakna, odnosno tkanine dobivene na bazi celuloze, jako su podložne djelovanju mikroorganizama, dok ih insekti rjeđe napadaju [2]. Praktično, sva biljna vlakna, upravo celulozna vlakna, podložna su razgrađivanju plijesnima i bakterijama. S druge strane, vuna je daleko više podložna napadu insekata (posebice moljaca) nego mikroorganizama, iako je i oni mogu napasti. Insekte naročito privlači keratin koji se nalazi u njoj. Keratin vune je neprobavljiv oblik bjelančevine pa ličinke štetnika luče iz svoje utrobe tvar koja dovodi do slabljenja i razaranja disulfidnu vezu, povećavajući topljivost vune što olakšava djelovanje enzima koji probavljaju bjelančevine [6]. Konzervacija predstavlja sve fizičke i kemijske mjere zaštite poduzete radi produženja vijeka trajanja predmeta konzervacije, usporavanja prirodnog procesa starenja i saniranja oštećenja na predmetu konzervacije. Prvi je korak u procesu konzervacije sterilizacija. Sterilizacija je operacija kojom se uništavaju mikroorganizmi, kao što su plijesni i bakterije, ali i ostali organizmi koji imaju štetno djelovanje na materijal (insekti u različitim fazama razvoja) [3, 4]. U Narodnom muzeju u Nišu sterilizacija se vrši metodom anoksije pomoću Veloxi sustava. Oprema Veloxi je suvremena konzervatorska oprema bazirana na izlaganju zaraženih predmeta atmosferi bez kisika unutar plastičnih folija.

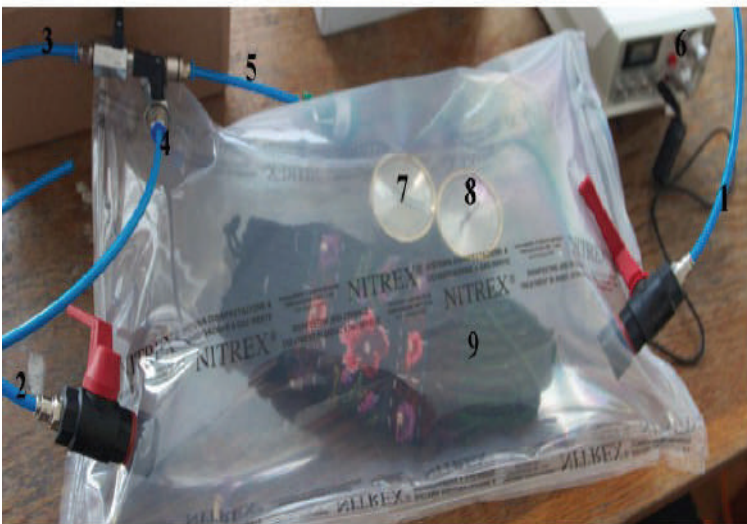
2. Eksperimentalni dio

Predmet je ovog rada ispitivanje učinkovitosti tretmana anoksije na vunenim rukavicama iz etnografske zbirke.



Slika 1: Vunene rukavice

Iskrojen je kontejner za rukavice. U kontejneru treba predvidjeti mjesto za apsorbere, oni fizički moraju biti odvojeni od predmeta, jer se zagrijavaju kada se aktiviraju u kontejneru i mogu napraviti štetu na predmetima. U kontejneru obavezno mora biti mjerač temperature i relativne vlažnosti. Količina apsorbera ACTO FTM 2000 za tretman izračunata je prema ukupnoj zapremini predmeta. Zapremina kisika u predmetu dobiva se kada se volumen predmeta pomnoži s postotkom kisika u zraku. Dobivena vrijednost se, zatim, dijeli s kapacitetom upotrijebljenog apsorbera. Kada je kontejner pripremljen, počinje statičko-dinamički proces. Prvo treba izvući zrak uz pomoć vakuuma. Izvlačenje zraka se vrši kako bi se smanjila količina kisika koju treba tretirati, što doprinosi brzini i ekonomičnosti procesa. Po završenom izvlačenju zraka, treba pustiti dušik u kontejner. Tijekom tretmana temperatura je varirala od 20 °C do 22 °C, a relativna vlažnost zraka od 53 % do 57 %.



1. Ulaz dušika u vrećicu iz ovlaživača kroz ventil
2. Izlaz dušika iz vrećice u u trokraku slavinu
3. Ulaz plina u trokraku slavinu.
4. Ventil za izvlačenje zraka iz vrećice ili ispuštanja dušika u atmosferu
5. Ventil za protok dušika u OKSIMETRA. .
6. oksimetar
7. hidrometar. Vlaga u vrećici oko 60 %
8. Termometar. Temperatura u prostoriji mora biti oko 26 stupnjeva
9. Predmet koji se sterilizira

Slika 2: Rukavice tijekom tretmana

Tablica 1: Dnevnik tretmana rukavica prvog tjedna

Datum	temperatura T°C		Relativna vlažnost %		Razina kisika u %
	Kontejner	Laboratorij	Kontejner	Laboratorij	
12. 05. 2014.	20 °C	20 °C	57	57	20
14. 05. 2014.	20 °C	21 °C	55	55	0,04
16. 05. 2014.	21 °C	20 °C	54	55	0,02

Tablica 2: Dnevnik tretmana vunениh rukavica drugog tjedna

Datum	temperatura T°C		Relativna vlažnost %		Razina kisika %
	Kontejner	Laboratorij	Kontejner	Laboratorij	
19. 05. 2014.	21 °C	21 °C	51	53	0,04
21. 05. 2014.	21 °C	22 °C	54	54	0,02
23. 05. 2014.	22 °C	24 °C	52	55	0,03

Suština je ovog postupka u konstantnom protoku plina kroz komoru, pri relativnoj vlažnosti od 50 do 55 %, koji na taj način doslovce isušuju mikroorganizme.

3. Rezultati i rasprava

Po dolasku u muzej, utvrđeno je da su predmetne rukavice zaražene već odraslim ličinkama *Tineola bisselliella* i *Anthrenus verbasci*. Kako su spomenute vrste aerobne, pretpostavilo se da će tretman anoksije dati vrlo dobre rezultate. Naime, insekti razmjenjuju plinove preko traheja kojima zrak iz vanjske sredine brzo dolazi izravno do tkiva. To je omogućeno građom traheja, koje mogu prići skoro svakoj stanici i dostaviti joj kisik. Uspješan tretman anoksije, pored svoje osnovne funkcije oduzimanja zraka insektima, dovodi i do dehidracije, koja za krajnji ishod ima isušivanje samog insekta. Za ovakvu tvrdnju postoje tri razloga: prvi, fizionomija respiratornog sustava insekta je takva da u nedostatku kisika dovodi do isušivanja; drugi, smrtnost se povećava, jer se tretmanom postiže dehidracija i treće, smrtnost je uvjetovana gubitkom težine koja je u ovim anoksičnim uvjetima nastala zbog gubitka tekućine u organizmu insekta [5, 6]. Rezultati tretmana anoksijom prikazani su tablici 3. Nakon 7. dana tretmana anoksije pomoću Veloxyst sustava, bilo je preživjelih ličinki i jedne i druge vrste. Smrtnost *Tineola* larvi bila je 95 %, dok je smrtnost *Anthrenus* larvi bila samo 50 %. Jedanaest dana tretmana dovelo je do 100 %-tne smrtnosti i jedne i druge vrste. Iako je postojala sumnja u učinkovitost ovog sustava u uništavanju *A. verbasci* larvi, zasnovanog na sedmodnevnom rezultatu, nije bilo dokaza da postoje preživjele larve ove vrste nakon 11. dana, što je potvrđeno produženjem tretmana. I 14. dana smrtnost je bila 100 %-tna.

Tablica 3: Postotak smrtnosti ličinki *Tineola bisselliella* i *Anthrenus verbasci* tijekom izlaganja hipoksičnoj atmosferi u kontejneru

Vrsta	Vrijeme izlaganja anoksičnom tretmanu			
	1. dan	7. dan	11. dan	14. dan
<i>Tineola bisselliella</i>	75	95	100	100
<i>Anthrenus verbasci</i>	20	50	100	100

4. Zaključak

Tekstilni proizvodi su idealni supstrati za rast i razvoj mikroorganizama kao što su bakterije, gljivice i plijesni. Prirodni tekstilni materijali, kao što su pamuk i vuna osiguravaju osnovne uvjete kao što su vlaga, kisik, hranjive tvari i temperatura za rast mikroba, što može uzrokovati znatnu štetu na tekstilnim vlaknima. Vrijeme potrebno da se anoksijom izvrši potpuna sterilizacija predmeta, tj. da se postigne 100 %-tna smrtnost insekata, ovisi o životnoj fazi insekta i o temperaturi. Utvrđeno je da su za najopornije vrste kukaca optimalni uvjeti 20 °C i relativna vlažnost 55 %, a vrijeme potrebno da se postigne 100 %-tna smrtnost u različitim životnim fazama je sljedeće: odrasla jedinka od 3 do 4 dana; jaje od 7 do 10 dana, ličinka od 11 do 20 dana. Uporaba ovakvog sustava, skoro je sasvim neškodljiva za strojeve, a vrlo je učinkovita kod suzbijanja skoro svih vrsta zaraza insektima na organskom materijalu. Zato je ovaj sustav vrlo vrijedan u svakodnevnoj praksi u procesu konzervacije i restauracije, kako za sitne i vrlo osjetljive predmete, tako i za muzejske predmete velikih zapremina.

Literatura

- [1] Selwitz, C.; Maekawa, S.: „*Inert Gases in the Control of Museum Insect Pests*“, Getty Conservation Institute, (1998)
- [2] Valentin, N. et al: „*Evaluation of a portable equipment for large scale deinfestation in museum collections using a low oxygen environment*“, 13th Triennial Meeting, Preprints of ICOM Committee for Conservation 1, pp. 96-101, Paris: ICOM, (2002)
- [3] Gilberg, M.: „Inert atmospheres for the fumigation of museum objects“, *Studies in Conservation* **34** (1989), pp. 80-84
- [4] Valentin, N.; Preusser F.: „Insect control by inert gases in museum, archives and libraries“, *Restaurator*, **11**, pp. 22-33
- [5] Pinniger, D. B. „*Insect pests in Museums*“ (3rd edn.), Archetype Publications, (1994), pp. 58
- [6] Pinniger, D. B. „New developments in the detection and control of insects which damage museum collections“, *Biodeterioration Abstracts* 5, (1991), pp. 125-130

Autori:

Miodrag ŠMELCEROVIĆ,

Visoka strukovna škola za tekstil u Leskovcu

Slobodana Penezića 5/4 16000 Leskovac

Tel: +(381) (605518881)

Fax: +(…) (…)

E-mail: msmelcerovic@yahoo.com

Dragan ĐORĐEVIĆ

Tehnološki fakultet u Leskovcu

Adresa:

Tel: +(381) (642650493)

Fax: +(…) (…)

E-mail: drdrag64@yahoo.com

Nebojša RISTIĆ

Visoka strukovna škola za tekstil u Leskovcu

Slobodana Penezića 5/4 16000 Leskovac

Tel: +(381) (16233911)

Fax: +(…) (…)

E-mail: vsstle@open.telekom.rs

ZAŠTITNA ODJEĆA I OBUĆA U AKCIDENTNIM SITUACIJAMA

PROTECTIVE CLOTHING AND FOOTWEAR IN ACCIDENT SITUATIONS

Zvonko DRAGČEVIĆ & Anica HURSA ŠAJATOVIĆ

Sažetak: *Korisnici zaštitne odjeće i obuće u akcidentnim situacijama (spasioci i vatrogasci) često su, osim povišenim temperaturama, izloženi i djelovanju otrovnih kemikalija i plinova koji se razvijaju gorenjem. Porastom broja ugroza izazvanih terorizmom raste i vjerojatnost ugroze pripadnika prvog odgovora radiološkim, kemijskim i biološkim agensima. Za siguran rad u takvim akcidentnim situacijama potrebna je odgovarajuća zaštitna odjeća, obuća i oprema. U radu će biti prikazani odjevni sustavi i obuća za zaštitu korisnika prilikom djelovanja povišenih temperatura, kemijskih, bioloških i radioloških agensa.*

Abstract: *Users of protective clothing and footwear in accident situations (rescuers and firemen) are often exposed to high temperatures and toxic chemicals as well as gases that are being developed by burning. The increased number of threats caused by terrorism results in the increased possibility of threaten of the first responders to radiological, chemical and biological agents. In order to work safely in these accident situations, they have to use appropriate protective clothing, footwear and equipment. This paper will show clothing systems and footwear for users protection who are exposed to high temperature, chemical, biological and radiological agents.*

Ključne riječi: *zaštitna odjeća, zaštitna obuća, akcidentne situacije.*

Keywords: *protective clothing, protective footwear, accident situations.*

1. Uvod

Korisnici zaštitnih odjevnih sustava različitih zanimanja (vatrogasci, pripadnici civilne zaštite, vojnici, radnici na palubama nosača zrakoplova i naftnih platformi, radnici u kotlovnicama, zavarivači, itd.) su tijekom obavljanja svojih radnih aktivnosti izloženi raznim vanjskim utjecajima kao što su djelovanje topline, vatre, vode, statičkog elektriciteta, kemijskih sredstava, a također rade u uvjetima smanjene vidljivosti uz povećani fizički napor [1]. Porastom terorističkih napada i ugroza, pripadnici prvog odgovora su izloženi ne samo povišenoj temperaturi i plamenu već i velikom broju različitih agensa. Postojeća interventna zaštitna odjeća pruža zaštitu kod strukturnih požara kao što su izloženost radijacijskoj i konduktivnoj toplini, eksplozivnoj vatri, oštećenjima odjeće i abraziji. No, vatrogasci su danas sve više izloženi kemijskim i biološkim agensima tijekom terorističkih napada, kao i utjecaju toksičnih industrijskih kemikalija i materijala prilikom akcidenata u kemijskoj, petrokemijskoj i farmaceutskoj industriji. U takvim akcidentnim situacijama spasioci, specijalna policija, vojska i vatrogasci trebaju biti opremljeni zaštitnom odjećom koja će im omogućiti siguran i udoban rad u dužem vremenskom razdoblju. Stoga današnja zaštitna odjeća treba zadovoljavati zaštitu od kemijskih i bioloških agensa, potrebno je toplinski stres svesti na najmanju moguću mjeru uz pružanje odgovarajuće udobnosti s obzirom na statičku i dinamičku antropometriju tijela [2].

2. Zaštitna odjeća i obuća

Zaštitna odjeća je odjeća koja se nosi preko osobne odjeće ili ju zamjenjuje, a dizajnirana je tako da pruži zaštitu od jedne ili više opasnosti (*EN 340:2003, Zaštitna odjeća – opći zahtjevi*). Zaštitna odjeća se može podijeliti s obzirom na dominantnu ili glavnu zaštitnu funkciju koju ima na [3]:

- kemijsku zaštitnu odjeću (uključujući i zaštitu od RKB agensa)
- odjeću za zaštitu od topline (zaštita zavarivača i električara, te vatrogasna odjeća)
- tehničku zaštitnu odjeću (odjeća koja pruža mehaničku zaštitu, odjeća visoke uočljivosti i antistatička odjeća)
- odjeću za zaštitu od nevremena i hladnoće (zaštita od kiše i vjetera, hladnoće)
- vatrogasnu intervencijsku odjeću (za strukturne i šumske požare, za specijalno vatrogastvo - reflektirajuća odjeća).

2.1 Kemijska zaštitna odjeća

Kemijska zaštitna odjeća je odjeća koja štiti od utjecaja RKB agensa i osnovna funkcija joj je štiti radnika od štetnih utjecaja tekućih, krutih i plinovitih kemikalija (sukladno normama HRN EN 943-1:2002/AC:2007; HRN EN 943-2:2002; HRN EN 14605:2010; HRN EN ISO 13982-1:2005; HRN EN ISO 13982-1:2005/A1:2011;

HRN EN 13034:2010). Ovakav tip odjeće koristi se pri radu s otrovnim plinovima, u akcidentima s raspršenim kemijskim, biološkim i radioaktivnim tvarima. Kemijska zaštitna odjeća treba biti izrađena od visokoučinkovitih kvalitetnih materijala koji sprečavaju prolazak tekućih, krutih ili plinovitih agensa kroz odjeću do kože, a treba biti izrađena suvremenim tehnikama šivanja i spajanja kako bi i spojevi ostali nepropusni. U akcidentnim situacijama osobe koje koriste kemijsku zaštitnu odjeću trebaju biti opremljene i zaštitnom maskom punog profila i/ili izolacijskim sustavom za disanje (opremom za zaštitu respiratornog sustava korištenjem aparata za disanje). Kemijska zaštitna odjeća se prema trajnosti upotrebe dijeli na odjeću za [3]:

- trajnu upotrebu,
- ograničenu upotrebu i
- jednokratnu upotrebu.

Na slici 1 prikazani su primjeri kemijske zaštitne odjeće s obzirom na trajnost uporabe [4].



Slika 1: Primjeri kemijske zaštitne odjeće s obzirom na trajnost uporabe: a. plinonepropusni jednokratni kombinezon; b. Tyvek® jednokratni kombinezon; c. plinonepropusno odijelo ograničene upotrebe, tip 1A izrađeno od Tychem materijala; d. plinonepropusno trajno odijelo tip 1A izrađeno od materijala Viton/Butyl/Viton ili Viton Laminat [4].

Za izradu kemijske zaštitne odjeće koriste se visokoučinkoviti materijali, najčešće izrađeni od više međusobno slijepljenih slojeva. Jednokratna kemijska odijela su jednoslojna zaštitna odijela koja se najčešće koriste u kemijskoj, prehrambenoj i farmaceutskoj industriji, te u kriminalističkim istragama, ali se mogu koristiti i za zaštitu od RKB agensa jer su izrađena od materijala koji pruža zaštitu od čestica, maglica i tekućih kemikalija (npr. Du Pont Tyvek®). Za trajna kemijska odijela koriste se materijali Viton®, Hypalon®, Butyl®, neopren, PVC odnosno njihove kombinacije. Za kemijsko odijelo tip 1 (slika 1d) koristi se materijal sastavljen od 5 slojeva koji su međusobno slijepljeni Viton-Butyl-PES tkanina-Butyl-Viton. Za kemijska odijela ograničene upotrebe koriste se materijali Tychem®, Tyvek®, Responder®, Reflector® itd. [3, 5].

Kemijski zaštitni odjevni sustavi sastoje se od zaštitne maske i kape ili podkape koja štiti glavu, odijela ili kombinezona koji pokriva sve dijelove tijela, rukavice i čizme [6].

2.2 Kemijska zaštitna obuća

Osim kemijske zaštitne odjeće u akcidentnim situacijama, spasioци i vatrogasci trebaju biti opremljeni i specijalnom obućom za zaštitu od djelovanja RKB agensa. Danas se na tržištu mogu naći različite vrste kemijskih čizmi koje osim zaštite od RKB agensa imaju i dodatna svojstva zaštite od strujnog udara (elektroizolacijske čizme). Osim čizmi, u akcidentnim situacijama mogu se koristiti i tzv. nadčizme koje se navlače na već postojeću obuću. Na slici 2 prikazane su različite vrste čizmi za zaštitu od djelovanja RKB agensa.

Za kemijsku zaštitnu obuću koja je namijenjena pripadnicima prvog odgovora u slučaju RKB ugroza, obuća treba zadovoljavati niz NIOSH, ASTM, ISO i NATO STANAG normi, npr. NATO STANAG 2352 NBC: Nuclear, Biological and Chemical defense equipment - operational guidelines. Hazmax kemijske visokootporne antistatičke zaštitne čizme s čeličnom kapičom i antiperforacijskom tabanicom prikazane su na slici 2a. Čizme su testirane na 100-tinjak raznih opasnih kemikalija. Čizme su oblikovane u jednom dijelu bez propusnih šavova. Đon je otporan na kemikalije, ulja i naftne derivate, izrađen je od vulkanizirane gume i

protuklizan je, te apsorbira udar u peti. Čizme su otporne na toplinski kontakt 60 sekundi na 300 °C. Na stražnjem dijelu čizmi nalazi se izbočenje za lakše skidanje. Čizme imaju dodatnu zaštitu potkoljenica i gležnjeva. Uložak apsorbira vlagu, izmjenljiv je i može se jednostavno izvaditi i prati. Čizme su perive u stroju za pranje na temperaturi do 40 °C.

Dielectric elektroizolacijske zaštitne čizme (slika 2b) pružaju vrlo visoki stupanj zaštite od strujnog udara. Otpornost potplata iznosi 35 000 V, a otpornost cijele čizme 20 000 V. Čizme su također oblikovane u jednom komadu bez propusnih šavova i imaju ugrađenu zaštitnu čeličnu kapicu. Ostale karakteristike su iste kao i kod Hazmax kemijske antistatičke čizme.

Hazmax kemijske visokootporne antistatičke zaštitne nadčizme (slika 2c) istih su karakteristika kao i Hazmax kemijske zaštitne čizme koje su prethodno opisane.



Slika 2: Primjeri različitih vrsta čizmi za zaštitu od djelovanja RKB agensa: a. Hazmax kemijske antistatičke zaštitne čizme; b. Dielectric elektroizolacijske zaštitne čizme; c. Hazmax kemijske antistatičke zaštitne nadčizme [4].

2.3 Odjeća za zaštitu od topline i plamena, te RKB agensa

Odjeća za zaštitu od topline i plamena treba biti izrađena od materijala koji je otporan na visoke temperature i gorenje te istodobno mora biti nepropustan za vodu. Zbog vanjskih utjecaja koji nastaju u akcidentnim situacijama nastanka i širenja požara, radna odjeća vatrogasaca mora zadovoljavati i zaštitu od ostalih ekstremnih uvjeta kao što su zaštita od :

- kiše i vode za gašenje,
- hladnoće,
- mehaničkih djelovanja,
- agresivnih i reaktivnih kemikalija,
- kemikalija opasnih za zdravlje, uključujući i kemijske suspenzije i otopine za RKB dekontaminaciju.

Zbog velikog broja terorističkih napada diljem SAD-a, međunarodno udruženje vatrogasaca IAFF je iniciralo razvoj odjevnog sustava namijenjenog vatrogascima za zaštitu od topline i plamena, te RKB agensa u okviru projekta HEROES (engl. Homeland Emergency Response Operational and Equipment System). Projekt je rezultirao razvojem novog visokoučinkovitog materijala sa svojstvima zaštite od utjecaja RKB agensa, koji su integrirani u odijela (jakna i hlače), kape, rukavice i obuću s ciljem zaštite vatrogasaca. Istraživači i znanstvenici, koji su bili uključeni u projekt, razvili su zaštitni odjevni sustav sljedećih karakteristika:

- razvijeni su novi materijali za vanjski sloj odjevnog sustava, te nova vrsta toplinske međupodstave
- u odjevne sustave se ugrađuje membrana koja je vodonepropusna prema unutrašnjosti odjevnog sustava, a zrakopropusna prema okolini, te nepropusna za kemijske i biološke agense
- načinjen je novi funkcionalni dizajn cijelog odjevnog sustava uključujući odijelo (jakna i hlače) s kapuljačom, rukavice i obuće kako bi se osigurala potpuna zaštita tijela
- poboljšana zaštita kod strukturnih požara [7].

U okviru europskog projekta IFREACT (engl. Improved First Responder Ensembles Against CBRN Terrorism) (trajanje 2012. - 2014.) razvijen je prototip zaštitne odjeće i opreme namijenjene RKB zaštiti.

Danas odjevne sustave za zaštitu od topline i plamena, te RKB agensa mogu koristiti vatrogasci, vojska, pripadnici specijalnih postrojbi policije. Sukladno namjeni i zahtjevima odjeća mora biti funkcionalno dizajnirana i izrađena. Slika 3 prikazuje primjere odjevnih sustava za zaštitu od djelovanja topline, plamena i RKB agensa namijenjenih vatrogascima, vojsci i specijalnim postrojbama policije.



Slika 3: Primjeri odjevnih sustava za zaštitu od djelovanja topline, plamena i RKB agensa namijenjenih: a. vatrogascima; b. vojsci (u odjevni sustav je ugrađena specijalna membrana s integriranim aktivnim ugljenom); c. specijalnim postrojbama policije

3. Zaključak

U radu je prezentiran sažet pregled odjeće i obuće za zaštitu od RKB agensa, te odjeće za zaštitu od topline i plamena, te RKB agensa. Ukoliko želimo dizajnirati i proizvesti potpuno sigurno odijelo/odjevni sustav za zaštitu od RKB agensa i drugih prijetnji u akcidentnim situacijama, potrebno je imati na umu da korisnik može biti istovremeno izložen djelovanju nekoliko različitih prijetnji. Stoga je u izradi odjevnih sustava za zaštitu od RKB agensa i drugih prijetnji (npr. topline i plamena) potrebno koristiti visokoučinkovite tekstilne materijale i suvremene metode spajanja takvih materijala. Također je važno napomenuti da su dizajn i tehnologija izrade ovakvog tipa odjeće i obuće vrlo složeni. Razvoj takvih složenih odjevnih sustava je izrazito interdisciplinarni i obuhvaća područje fiziologije čovjeka koja se bavi njegovim osnovnim životnim funkcijama koje utječu na osjećaj udobnosti, zatim područje dizajna tkanina i odjevnih sustava, materijale i vlakna, dodatne obrade materijala, odjevnu industriju koja izrađuje konstrukciju odjevnih sustava, te je zadužena za tehnologiju izrade.

Literatura

- [1] Hursa Šajatović, A.; Zavec Pavlinić, D & Dragčević Z.: Vatrogasni odjevni sustavi za zaštitu od topline i plamena, *Tekstil*, **62** (2013.) 3-4, str. 160-173, ISSN 0492-5882
- [2] Barker, R. et al: A CB Protective Firefighter Turnout Suit, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, **16** (2010) 2, str. 135-152, ISSN 1080-3548
- [3] Horvat, J. & Regent, A.: *Osobna zaštitna oprema*, Veleučilište u Rijeci, ISBN 978-953-6911-43-1, Rijeka, (2009)
- [4] *Dostupno na:* <http://tehprojekt.com/>, *Pristupljeno* 2014-09-01
- [5] Dragčević, Z.; Vujasinović, E. & Orehovec, Z.: Protective Clothing against Nuclear, Biological and Chemical Threats, in *Functional Protective Textiles*, Faculty of Textile Technology University of Zagreb, (Ed. S. Bischof), ISBN 978-953-7105-45-7, Zagreb, (2012), str. 329-374
- [6] *Dostupno na:* <http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/21-75/Ch5.htm>, *Pristupljeno:* 2014-11-20
- [7] ...: IAFF's Project HEROES, *Dostupno na:* www.iaff.org, *Pristupljeno:* 2014-11-20

Zahvala

Rad je izrađen u okviru istraživanja koja su financirana Sveučilišnom potporom Odjevni sustavi iz visokoučinkovitih tekstilnih materijala – učinkovita zaštita u akcidentnim situacijama.

Autori:

Prof. dr. sc. Zvonko DRAGČEVIĆ, Doc dr. sc. Anica HURSA ŠAJATOVIĆ
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10 000 Zagreb, Hrvatska
Tel: +(385) (1) 37 12 535 Fax: +(385) (1) 37 12 535
+(385) (1) 37 12 551

E-mail: zvonko.dragcevic@tff.hr
anica.hursa@tff.hr

ORGANSKO-ANORGANSKI HIBRIDNI MATERIJALI ZA FUNKCIONALNE TEKSTILIJE PROTIV MIKROORGANIZAMA

ORGANIC-INORGANIC HYBRID MATERIALS FOR FUNCTIONAL TEXTILE AGAINST MICROORGANISMS

Maja SOMOGYI ŠKOC & Jelena MACAN

Sažetak: Antimikrobna sredstva primjenjuju se na tekstilijama s ciljem poboljšavanja zaštitnih i higijenskih svojstava koje štite od raznih mikroorganizama. Sol-gel postupak je vrlo prilagodljiv za antimikrobnu zaštitu. Omogućuje dobivanje jedinstvenih prevlaka posebnih i ciljanih svojstava kombiniranjem različitih anorganskih i organskih polaznih materijala uz postizanje sinergijske kombinacije svojstava tipičnih za svaki sastavni dio. Organsko-anorganski hibridni materijali izrazito su osjetljivi na uvjete i postupke pripreve. U ovom radu dan je pregled sol-gel antimikrobnih obrada. Takve obrade kod kojih su nanočestice vezane unutar prevlake sol-gel postupkom, uklapaju se u svjetsku znanstvenu misao o štetnom utjecaju nanočestica na ljudski organizam i na taj način predstavljaju novi znanstveni doprinos u očuvanju zdravlja. Osim toga sol-gel postupkom može se ostvariti važan dodatni zahtjev vezan uz zadržavanje tekstilnog karaktera novog zaštitnog materijala.

Abstract: Antimicrobial agents are used on textiles with the aim of achieving protective and hygienically properties against different microorganisms. Sol-gel process is very adaptable for antimicrobial protection. In sol-gel process, textile materials achieve unique coatings for a special and target properties varying different organic and inorganic materials. There is also an achievement to synergistic combination of features typical for every component. Organic-inorganic hybrid materials are very sensitive to conditions and procedure of preparation. In this paper an overview of sol-gel antimicrobial treatments is given. The treatments with nanoparticles bound within the coating, match global trends of scientific research concerning the harmful impact of nanoparticles on human body and thus represent a new scientific contribution to keeping health standards and healthy environment. Apart from that, an important additional requirement related to the retention of textile character of the new protective material can be achieved within the sol-gel process.

Ključne riječi: medicinski tekstil, funkcionalne tekstilije, organsko-anorganski hibridni materijali, sol-gel.

Keywords: medical textiles, functional textile, organic-inorganic hybrid materials, sol-gel.

1. Uvod

Mikroorganizmi predstavljaju najstariji oblik života na Zemlji od prije oko 4 milijarde godina. Danas na Zemlji živi nekoliko milijuna različitih vrsta životinja, biljaka i mikroorganizama. Mikroorganizmi se nalaze posvuda u nama, na nama, oko nas (atmosfera, litosfera, hidrosfera), osim u zdravoj limfi, likvoru, krvi i urinu. Sam odnos čovjek - mikrob (neškodljivi mikroorganizmi) je harmonija bez koje nema života. Mikroorganizmi su većina dimenzije nekoliko μm , a njihova uloga u prirodi i procesima može biti štetna, ali i korisna. Čimbenici koji utječu na rast i razmnožavanje mikroorganizama su temperatura (od -10 do 250 °C), pH vrijednost, nutrijenti, relativna vlažnost, koncentracija plinova, tlak (osmotski, hidrostatski) i dr. U području mikrobiologije nema područja koje bi u cijelosti pokrivalo tekstil, tj. mikrobiologija tekstila. S obzirom na to, ispitivanja se mogu provoditi u području medicinske mikrobiologije. Uvođenje takvih ispitivanja u tekstilne laboratorije zahtijeva dodatna znanja uz stroge zahtjeve glede standardnih mikrobioloških protokola u radu sa sojevima, zbrinjavanju, a sve u skladu s deklariranom politikom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske. To je vrlo ograničavajuće s obzirom na sve veće zahtjeve u pogledu poboljšanja zaštitnih i higijenskih svojstava tekstilija u području medicinskog tekstila, a da je to realna potreba govori sve veći broj znanstvenih radova, kako domaćih [1-3] tako i tekstilaca iz raznih zemalja svijeta [4, 5].

Uz dokazanu korisnu ulogu i potencijalno upotrebljivo djelovanje mikroorganizama, neki mikroorganizmi uzročnici su brojnih bolesti, kvarenja namirnica, oštećenja tekstilija i dr.. Mikroorganizmi vrlo rado koloniziraju tekstilije jer većina tekstilija zbog svoje strukture ima odlično svojstvo skladištenja vode, pa u dodiru s kožom nastaju optimalni uvjeti za rast većine mikroorganizama. Na tekstilu se samostalno ili u simbiozi mogu naći bakterije, gljivice i alge. Dok su prirodna vlakna osjetljiva na gljivice (celulozna vlakna) i bakterije (proteinska vlakna), ni umjetna vlakna nisu u potpunosti otporna na djelovanje mikroorganizama, naročito poliuretanska vlakna i poliuretanske naslojene tekstilije, te ih je potrebno antimikrobno zaštititi [4].

Osim samih vlakana kao izvora hrane za mikroorganizme, postoje i drugi poput raznih škrobiva, ulja, maziva, punila, različitih aditiva, prevlaka za poliuretane i sl. Stoga danas postoji velika potražnja za antimikrobnim doradama, a pogotovo za prirodna vlakna [5]. Takve dorade na tekstilijama sprečavaju degradaciju tekstilnih vlakana, stvaranje neugodnih mirisa nakon razgradnje znoja te štite korisnika sprečavanjem prijenosa i širenja patogena [6]. Pritom valja razlikovati sredstva koja imaju sposobnost potpunog uništenja ciljanog mikroorganizma (biocidi) ili sposobnost smanjenja, tj. inhibicije njihovog rasta (biostati). Kako bi se suzbila i kontrolirala količina mikroorganizama na tekstilnom materijalu, koriste se antimikrobna i antifungalna sredstva. Antimikrobna zaštita može se provesti kemijskim putem, za što su se ranije više koristili anorganski spojevi, dok se danas najvećim dijelom koriste organski spojevi te kombinacije s anorganskim. Neki od tih spojeva imaju nepovoljan učinak na ljudsko zdravlje te ih se nastoji zamijeniti [2].

2. Sol-gel postupak

Sol-gel postupak je vrlo prilagodljiv za antimikrobnu zaštitu i omogućuje dobivanje jedinstvenih prevlaka. No ne smije se zaboraviti, da bi se pripravile učinkovite prevlake, potrebno je mnogo pažljivog teorijskog i eksperimentalnog rada. Danas zasigurno komercijalno najvažnije bioaktivne sol-gel prevlake su antimikrobne prevlake koje se nazivaju samosterilizirajuće prevlake ili higijenske prevlake [7]. Antimikrobni tekstil ima veliku gospodarsku, ali i ekološku važnost. Glavni programi razvoja antimikrobnog tekstila su za vojnu odjeću, medicinski tekstil, ali i za sport i slobodno vrijeme [8]. Primjena antimikrobnog tekstila modificiranog sol-gel postupkom koji djeluje neselektivno, tj. na gotovo sve mikroorganizme u medicinskom području od velike je važnosti. Ukoliko bi djelovao selektivno proširile bi se otporne bakterije meticilin rezistentnog (otpornog) *Staphylococcus aureus* (MRSA), kod kojih obični antibiotici gube na svojoj učinkovitosti. Stoga je potražnja za takvim neselektivnim spojevima i doradama vrlo intenzivna, što potvrđuju neprestana istraživanja [9].

Antimikrobne dorade tekstilija za bolnice koriste se za odjeću i posteljno rublje te predstavljaju jedan od važnih higijenskih uvjeta. Osim takvih dorada vrlo je važna primjena različitih antimikrobnih sredstava i na zavojima, flasterima, sterilnim kompresama i sl. gdje neke od sol-gel prevlaka podržavaju proces ozdravljenja. Dakle, osim zaštite od opasnih mikroba, antimikrobni tekstil se koristi kao terapijski proizvod kao pomoć za olakšanje nekih bolesti. Tako npr. učinak terapije za neurodermitis može se pojačati uporabom antimikrobne odjeće čime se poboljšava pacijentovo stanje jer takva odjeća sprečava razvoj raznih kvasaca i bakterija [10]. Takva odjeća također smanjuje uporabu drugih farmaceutskih proizvoda u liječenju neurodermitisa, koji mogu izazvati nuspojave kod osjetljive dječje kože. Posljedice šećerne bolesti mogu se smanjiti nošenjem posebne odjeće koja ima antimikrobna svojstva. Danas postoje komercijalno dobavljeni proizvodi od specijalnih vlakana s ugrađenim biocidima kao što su bisfenoli, biguanidi ili anorgansko srebro. Ostali proizvodi su tkanine koje sadrže razne mješavine kao, npr. poliamidna tkanina obložena srebrom (X-Static TM) ili modificirana hitozan vlakna [11].

2.1 Sol-gel antimikrobne prevlake

Zbog posebnog interesa za razvoj antimikrobnih spojeva, tj. dorada u području sol-gel postupka počele su se razvijati različite sol-gel antimikrobne prevlake, a neke od njih će se spomenuti u ovom pregledu. U početku se nastojalo djelovati na bakterije prevlakama osjetljivim na svjetlo što znači da bi se one aktivirale djelovanjem Sunčeve svjetlosti i uništavale bakterije procesom oksidacije. Zatim je uslijedio trend razvoja sol-gel prevlaka koje sadrže antimikrobne aditive i postepeno ih otpuštaju. Za antimikrobne sol-gel prevlake često se koriste organski antimikrobni lijekovi na bazi fenola (triklosan), biguanida (klorheksidin) i cetiltrimetilamonij bromid (CTAB). Osim organskih biocida često se koriste i anorganski biocidi, ali njihova uporaba nije toliko raširena. Od 2003. prati se intenzivan razvoj i istraživanje nanočestica srebra za antimikrobne sol-gel prevlake gdje je i mala koncentracija metalnih iona dovoljna za učinkovito uništenje mikroorganizama. Osim nanočestica srebra koristi se i bakar, čiju je učinkovitost prepoznao C.C. Trapalis sa sur., a pozitivno djelovanje ZnO prepoznao je i istražio Q. Li sa sur. 2007. [12]. Već 1971. D.O. Cliver i sur. ustanovili su da ioni srebra imaju visoku antimikrobnu aktivnost koja učinkovito traje najmanje četiri sata uz koncentraciju od 50 ppb-a [12]. Mehanizam antimikrobnog djelovanja srebra i drugih metalnih čestica još nije potpuno razjašnjen, iako se vrlo često pripisuje oligodinamičnom efektu. Lansdown i sur. smatraju da je oslobađanje ionskih vrsta srebra odgovorno za antimikrobni učinak. Smatra se da je ključna točka rješenja djelovanja srebra njegovo vezanje na receptore bakterija, gljiva i kvasaca [12].

Nanočestice srebra sve češće se ugrađuju u anorganske prevlake jer doprinose većoj antimikrobnoj učinkovitosti spram površinski pohranjenog srebra [12]. Pamučne ili poliesterske tekstilije koje su bile obrađene nanočesticama srebra sol-gel postupkom pokazuju odlično antimikrobno djelovanje na gram-pozitivne bakterije i još bolje na gram-negativne, gdje je samo 0,006 - 0,5 ppm nanočestica srebra učinkovito inhibiralo rast bakterija [12]. Kod primjene srebrnih iona na tekstilijama treba biti vrlo oprezan jer velike

količine srebra mogu uzrokovati ozbiljne iritacije kože. Također, može se očekivati da će doći do brzog ispiranja visokih doza srebra, a što će smanjiti vijek proizvoda. Stoga je vrlo važno omogućivati postepeno ispiranje srebra jer jamči dobru stabilnost prilikom provedbe postupaka njege. Stoga se smatra da je koloidni oblik metalnog srebra najbolje ugraditi u matricu sol-gel prevlake [12].

Oslobađanje srebrnih iona iz srebrnog koloida imobiliziranog u anorganski kserogel glede postizanja antimikrobne učinkovitosti je teže provedivo u usporedbi s jednostavnom impregnacijom vlakana s otopinom AgNO_3 [13]. Različite metode za pripremu sol-gel prevlaka sa srebrom su opisane u literaturi [14].

Model prema kojem se priprema prevlaka značajno utječe na njena svojstva, tj. na postepeno otpuštanje srebra i postizanje antimikrobne učinkovitosti. Istraživanja su pokazala da sol-gel prevlake modificirane koloidnim srebrom pokazuju relativno nisku učinkovitost spram prevlaka s 3-aminopropiltrioksisilanom i N-(2-aminoetil-3-aminopropil)trimetoksisilanom [15]. U načelu postoje tri različita pristupa za pripremu sol-gel prevlaka modificiranih metalnim srebrnim „klasterima“:

1. u anorganski sol dodaje se prethodno pripremljeno koloidno srebro [12],
2. unutar sola izravno se formiraju srebrne čestice, npr. reduciranjem AgCl -a pod djelovanjem svjetlosti ili dodatkom AgNO_3 uz pomoćna redukcijska sredstva kao što je askorbinska kiselina ili NaBH_4 [16].
3. nakon formiranja kserogela, reduciraju srebrne klasterne npr. AgNO_3 djelovanjem vodika ili toplinske redukcije [17].

Jednostavniji pristup za dobivanje srebrnih prevlaka na tekstilijama sol-gel postupkom je toplinska redukcija soli srebra u kserogelu nakon primjene na vlakno (treći pristup). W. Cai i sur. ustanovili su da raspad AgNO_3 dovodi do formiranja srebrnih klastera unutar silikatne matrice, ali pri temperaturi od 300 °C, što nije nikako prikladno za tekstilije [12]. Takvi uvjeti toplinske obrade isključuju većinu tekstilnih materijala. Iako autori naglašavaju da se temperatura može smanjiti dodatkom reducensa ispod 200 °C, ali i to nije prikladno za tekstilije. Najbolji rezultati se postižu umrežavanjem čistih anorganskih solova dodatkom reducensa kao što je epoksialkiltrialkoxisilan [12]. Formiranje nanočestica srebra na naslojenom tekstilu ili općenito tekstiliji može se pratiti uočavanjem promjene obojenja, tj. požučenja do kojeg dolazi uslijed rezonancije površinskih plazmona srebra [12].

Posljednjih 5 do 6 godina znanstvenici intenzivno istražuju nanočestice metalnog srebra, bakra i ZnO i njihov utjecaj na mikroorganizme. Dokazali su da primjena malih koncentracija nanočestica navedenih metala u sol-gel prevlakama može biti dovoljna za učinkovito uništenje mikroorganizama. Veliki broj autora osim za biocidnu zaštitu koristi ZnO za UV zaštitu [12].

Sol-gel prevlake koje sadrže nanočestice srebra pokazale su nepromijenjenu biocidnu aktivnost i nakon 40 postupaka pranja [12]. Za usporedbu sol-gel prevlake koje sadrže koloidno srebro u kombinaciji s hitozanom mogu izdržati najviše 10 postupaka pranja, a da ne promijene biocidnu aktivnost jer se hitozan toplinski razgrađuje pri pranju. Budući da se antimikrobni tekstilni materijali većinom koriste u bolnicama, osim što moraju izdržati postupak njege, a da ne izgube svoja svojstva moraju izdržati i proces sterilizacije. Dakle, sterilizacija uzoraka, koja se obično provodi pri visokom tlaku i pri temperaturi od 121 °C, ne smije smanjiti biocidnu aktivnost antimikrobno obrađenih tekstilija. Prilikom osmišljavanja antimikrobnih sol-gel prevlaka na bazi nanočestica srebra, treba voditi računa da će zbog spore oksidacije srebra biti potrebno neko vrijeme za oslobađanje minimalne doze iona srebra za biocidno djelovanje. Stoga bi se srebro moglo kombinirati s organskim biocidima koji pokazuju bržu difuziju. Za određene sol-gel biocidne prevlake koje su pripremljene dodatkom srebra potrebna je dobra postojanost na uvjete njege. Dobre vrijednosti, tj. rezultati se postižu primjenom AgNO_3 . Prema Blaker i sur. sol-gel prevlake na bazi srebra korisne su za inženjering tkiva i zacjeljivanje rana [18] i za terapiju atopijskog dermatitisa [19].

3. Zaključak

U ovom trenutku primjena srebra za modifikaciju tekstilija ima veliki komercijalni interes. Naime, neprestani razvoj lijekova spram različitih mikroorganizama doveo je do raznih mutacija i njihove rezistencije. Interes za srebro ne čudi jer je ono po svojim antimikrobnim svojstvima poznato od davnina. Za potrebe antimikrobne zaštite sol-gel prevlake na bazi srebra svakako su budućnost. Njihova primjena i razvoj su u začetku jer se one mogu primijeniti i u drugim raznim područjima medicine za koje se do sada smatralo da takva primjena nije moguća. Svakako je važna mogućnost i daljnjeg rada na osmišljavanju prevlaka za zavoje, gaze, komprese i sl. koje pospješuju zarastanje rana tako da se kontrolirano otpuštaju njezini sastojci i na taj način postepeno pomažu samoregeneraciji kože. Moguća je i ugradnja penicilina u sol-gel prevlaku uz kontrolirano otpuštanje kako bi se spriječila infekcija rana.

Mnogi mehanizmi koji se odnose na toksičnost srebra na mikroorganizme su put prema napretku. Pokazano je da srebrni ioni reagiraju u stanicama s tiolnim skupinama proteina. Također, postoje dokazi da ioni srebra

oštećuju DNA inhibirajući njenu replikaciju. Sposobnost srebra da formira vrlo slabo topive soli, također, smatra se jednim od mehanizama utjecanja. Kada se kloridni ioni precipitiraju kao srebrni klorid iz citoplazmi stanica, stanično disanje je inhibirano. Nanočestice srebra djeluju otpuštanjem iona srebra i prodirući u stanice. Neka istraživanja su pokazala da srebrne nanočestice prodiru u stanice sisavaca i oštećuju gene te da prodiru kroz kožu preko pora i žlijezda. Na taj način s jedne strane srebro čini dobro, a s druge štetu. Sol-gel postupak veže srebrne nanočestice u prevlaku i time smanjuje izloženost nanočesticama srebra, te s druge strane takve prevlake su antimikrobno učinkovite već pri malim koncentracijama.

Literatura

- [1] Grancarić, A. et al: Antimicrobial Protection of Pretreated Cotton, *Conference Proceedings of the 6th World Textile Conference: Autex 2006*, Oxenham, W., str. 100-106, Raleigh, NC, 11-14.06.2006, North Carolina University, College of Textiles, (2006)
- [2] Bischof Vukušić, S.; Flinčec Grgac, S. & Brlek Gorski, D.: Efikasnost antimikrobne obrade s ekološki povoljnim sredstvom na pamučnom materijalu, *Zdravstvena ekologija u praksi*, Haberle, S., str. 123-128, Opatija, 9-11.04.2008., Kolding d.o.o., Zagreb, (2008)
- [3] Somogyi Škoc, M.; Macan, J. & Pezelj, E.: Modification of Polyurethane-Coated Fabrics by Sol-Gel Thin Films, *Journal of Applied Polymer Science*, **131** (2014) 4, 39914(1 of 13), doi: 10.1002/app.39914
- [4] Dring, I.: Anti-microbial, rotproofing and hygiene finishes, *Textile Finishing*, D. Haywood, ISBN 0 901956 81 3, Bradford, Society of Dyers and Colourists, (2003), str. 252-262
- [5] Banupriya, J. & Maheshwari, V.: Comparison between herbal and conventional methods in antimicrobial finishes, *International Journal of Fiber and Textile Research*, **4** (2014) 2, pp. 41-43, ISSN 2277-7156
- [6] Höfer, D.: Neuer Hauttest zur Prüfung mechanischer Irritationen durch Textilien, *Melliand Textilberichte*, **87** (2006), 751-753, ISSN 09319735
- [7] Tiller, J.: Selbststerilisierende Oberflächen, *Nachrichten aus der Chemie Technology*, **55** (2007), pp. 499-502, ISSN 14399598
- [8] Elsner, P.: Antimicrobials and the Skin Physiological and Pathological Flora, *Current Problems in Dermatology*, **33** (2006), pp. 35-41, ISSN 1421-5721
- [9] Shiotani, J.: Sensitivity of MRSA isolated in our hospitals to various antibacterial agents: Changes over 5 years, *Japanese journal of antibiotics*, **57** (2004), pp. 196-203, ISSN 0021-8820
- [10] Werfel, T.: Staphylokokken-Toxin fördert die Hautentzündung bei Neurodermitis, *Krankenpflege Journal*, **39** (2001), pp. 5-7, ISSN 0174-108X
- [11] Knittel, D. & Schollmeyer, E.: Chitosan and its derivatives for textile finishing Part 4: Permanent finishing of cotton with ionic carbohydrates and analysis of thin layers obtained, *Melliand Textilberichte International textile reports*, **83** (2002), pp. 58-61, ISSN 09319735
- [12] Mahltig, B. & Textor, T.: *Nanosols and Textiles*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., ISBN-13: 978-981-283-350-1, Singapore, (2008)
- [13] Lansdown, A. B. G.: *Silver in Health Care: Antimicrobial Effects and Safety in Use*, *Current Problems Dermatology*, **33** (2006), pp. 17-34, ISSN 1421-5721
- [14] Mahltig, B.; Fiedler, D. & Böttcher, H.: Antimicrobial Sol-Gel Coatings, *Journal of the Sol-Gel Science Technology*, **32** (2004), pp. 219-222, ISSN 0928-0707
- [15] Suyal, G.; Mennig, M. & Schmidt, H.: Effect of Glass Substrates on the Formation of Gold-Silver Colloids in Nanocomposite Thin films, *Journal of Sol-Gel Science Technology*, **29** (2004), pp. 11-18, ISSN 0928-0707
- [16] Wu, P.-W. et al: Controlling the Spontaneous Precipitation of Silver Nanoparticles in Sol-Gel Materials, *Journal of Sol-Gel Science Technology*, **19** (2000), pp. 249-252, ISSN 0928-0707
- [17] Kawashita, M. et al: Antibacterial silver-containing silica glass prepared by sol-gel method, *Biomaterials*, **21** (2000), pp. 393-398, ISSN 0142-9612
- [18] Blaker, J. J.; Nazhat, S. N. & Boccacini, A. R.: Development and characterisation of silver-doped bioactive glass-coated sutures for tissue engineering and wound healing applications, *Biomaterials*, **25** (2004), pp. 1319-1329, ISSN 0142-9612
- [19] Haug, S. et al: Coated Textiles in the Treatment of Atopic Dermatitis, *Current Problems in Dermatology*, **33** (2006), pp. 144-151, ISSN 1421-5721

Autori:

Doc. dr. sc. Maja SOMOGYI ŠKOC

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila

Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 37 12 521

Fax: +(385) (1) 37 12 599

E-mail: maja.somogyi@tff.hr

Izv. prof. dr. sc. Jelena MACAN

Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za fizikalnu kemiju

Marulićev trg 20/I i III, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 4597 236

Fax: /

E-mail: jmacan@pierre.fkit.hr

OJAČANJE POLIMERNIH KOMPOZITNIH MATERIJALA VLAKNIMA LANA I KONOPLJE

FLAX AND HEMP FIBRE REINFORCEMENTS FOR POLYMER COMPOSITE MATERIALS

Antoneta TOMLJENVIĆ & Kristina RUSAK

Sažetak: *Vlakna lana i konoplje su prirodna biljna stabljična vlakna koja se uzgajaju na području Europe i sve češće koriste za ojačavanje polimernih kompozitnih materijala. Stoga je u radu dan pregled: prirodnih vlakana primjenjivih za ojačala, komercijalno dostupnih i u okviru domaćih istraživanja pripremljenih ojačala od vlakna lana i konoplje kao i mogućnosti primjene polimernih kompozitnih materijala.*

Abstract: *Flax and hemp are types of plant natural bast fibres that are widely cultivated in Europe and are being increasingly employed as reinforcements in polymer matrix composites. Therefore, this paper presents an overview on: usual plant fibre reinforcements, commercially available and by domestic research prepared flax and hemp fiber reinforcements for polymer composites and their applications.*

Ključne riječi: *vlakna lana i konoplje, vlaknata ojačala, polimerni kompozitni materijali.*

Keywords: *flax and hemp fibres, fibre reinforcements, polymer matrix composites.*

1. Introduction

Public's growing demand for more environmentally friendly products, the search for greener sustainable technology, the ever growing problem of global waste, environmental legislative pressure such as the end of life vehicle and the landfill of waste products, as well as the depletion of fossil resources (and corresponding increase in raw materials prices), have initiated the interest of using renewable resources in the polymer industry. Polymer manufacturers are forced to consider the life cycle of their products and evaluate the environmental impact of this product throughout the product's lifetime. These include the selection of raw materials, polymer processing, recycling and disposal. Combining all these factors and the worldwide availability of plant based natural fibres, research interest of using natural fillers to reinforce polymers has been re-emerging in the field of composites engineering over the last three decades. The use of natural fibres in production of composite materials is well developed. Such extensive use of plant natural fibres as reinforcement for polymers is not surprising as natural fibres offer several advantages over conventional reinforcing fibres (e.g., glass, carbon, or aramid fibres), such as lower cost, low density, high toughness and biodegradability. Flax and hemp are the types of natural bast fibres that are widely grown in Europe and are being increasingly employed as reinforcements in polymer matrix composites. Those fibres offer a possibility for countries such as Croatia to use their resources considering the social aspects from groundwork to harvest. It results in new jobs being created in production of fibres including agricultural procedures and processing plant workers, by which local communities could play a role as suppliers for these products. Through an up-to-date review of the literature, this paper presents an overview on: usual plant fibre reinforcements, commercially available and by domestic research prepared flax and hemp fiber reinforcements for polymer composites and their applications [1].

2. Plant fibre reinforcements

There is a wide variety of different plant fibres, which can be applied as reinforcements of composite materials, classified as follows: stem/bast fibres from the inner bark of the plant stems (flax, hemp, jute, kenaf, ramie, roselle, nettle), leaf fibres (sisal, agaves, curaua, abaca, pineapple, banana, henequen, palm), seed fibres (cotton, kapok), fruit fibres (coconut), grass and reed fibres (bamboo, reed, rice, wheat, corn, bagasse, elephant grass), and all other fibres (including wood fibres). It is observed that their tensile properties are in the following order: bast fibres > leaf fibres > seed fibres. Flax, hemp, jute, kenaf, and sisal are the most widely used because of their properties and availability.

Bast fibres provide rigidity and strength to the plant stems and are the most suitable for reinforcing composites due to their superior mechanical properties which derive from their chemical and structural composition. Typically, fibres with high-cellulose content, high-cellulose crystallinity, low-micro-fibril angles and high-aspect ratios are desirable. Plant fibres themselves can be referred to as composites as the cell

wall comprises of reinforcing oriented semicrystalline cellulose microfibrils which are embedded in a two-phase (lignin-cellulose) amorphous matrix. The content of the three main polymers (i.e. cellulose, hemicellulose and lignin) is known to vary among plant fibre types. The rest consist of mainly minerals, pectin and waxes which can lead to the formation of ineffective interface between the fibre and matrix, with consequent problems such as debonding and voids in resulting composites. It should be noted, that wood and cotton fibres are used as fillers in plastics, with no reinforcing role due to the short length of the fibres or particles (i.e. in the case of wood flour) [1-5].

3. Flax and hemp fibres

Today, with application of fibres shown on Figure 1, the entire flax and hemp industry is focusing its research on a new generation of materials that guarantee protection of the environment all the way to their end-of-life cycle. There are 2 innovation areas: composites and eco-building.

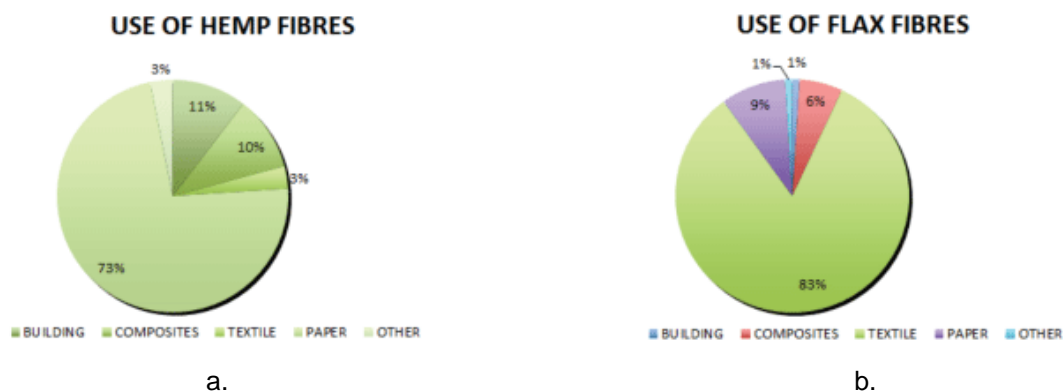


Figure 1: Use of: a. hemp fibres; b. flax fibres [8]

The reinforcing potential of flax and hemp fibres is revealed by the fact that those are high cellulose content (around 60-80 % of the chemical composition) and native cellulose has remarkable tensile stiffness (138 GPa) and strength (> 2 GPa). Flax fibres, for instance, comprise of 55 – 75 wt% cellulose, of which 53 – 70 % is crystalline. Chemical composition of flax and hemp fibres is shown in Table 1. Therefore, flax and hemp fibres show good mechanical properties. Particularly, the tensile strength and Young's modulus of flax ultimate fibres are equal to about 1340 MPa and 70 GPa, respectively. The tensile strength and Young's modulus of hemp fibres are equal to about 900 MPa and 60 GPa, respectively. With a density of around 1.5 g/cm³ the specific properties of these fibres are comparable whit those of E-glass fibres, which have tensile strength of 2000 MPa, a Young's modulus of 76 GPa, and a density around 2.5 g/cm³.

Table 1: Chemical composition of flax and hemp fibres [1]

Fibre type	Cellulose (%)	Hemicellulose (%)	Lignin (%)	Pectin (%)	Fat and wax (%)	Ash (%)
Flax	55.1-75.0	18.6-20.6	2.0-2.2	1.8-2.3	1.7	1.0-2.0
Seed flax	43.0-47.0	24.0-26.0	21.0-23.0	-	-	5.0
Hemp	70.2-74.4	17.9-22.4	3.7-5.7	0.9	0.8	0.8

References have been made to the use of flax and hemp fibres for fabric manufacturing in Europe about 4000 BC and as reinforcements of ceramics as early as 6500 BC. As 87 % of the 8.7 million tone global fibre reinforced composites (FRC) market is based on E-glass composites, plant cellulose fibres and their composites have today a great opportunity for market capture. Although, the use of plant fibres (non-wood and non-cotton) in reinforced plastics has tripled to 45000 tones over the last decade, plant fibre reinforced composites (PFRC) make up only around 1.9 % of the 2.4 million tone EU FRC market, primarily flax (64 % of the market share), and hemp (10 %). By commercial application, over 95 % of PFRCs produced in the EU are used for non-structural automotive components. Up to 30 % of these PFRCs are based on the thermosets matrices, while the rest are based on thermoplastics [1, 3-8].

3.1 Flax and hemp reinforcements for polymer composites

There are two groups of flax and hemp reinforcement: the dry preforms and the wet preforms (prepregs). *Dry preforms* consist only of the fibres and can be classified as: short fibres, roving/yarns, nonwoven (mat) and

woven reinforcements (UD - unidirectional, 2D – bidirectional and multiaxial). Using these semi-products the matrix will be added during production of the composite. In the prepregs, the fibres are already pre-impregnated with the matrix. *Pre-impregnated preforms* can be classified as: compound, thermoplastic (TP) and thermoset (TD) prepregs (roving/yarn, nonwoven and woven). During manufacturing, the impregnation is completed and the matrix consolidated.

The *short fibres* (Figure 2) are cut fibres that can be added during manufacturing to a polymer to reinforce it. Used in extrusion or injection molding, they are available in different lengths and different purities. When the original fibres are not cut but crushed up to a very short length, the result is more like a powder that can be used as a filler material that also has a reinforcing effect, in extrusion and injection molding. *Nonwoven mat* (Figure 3) is a material formed from fibres or yarns without interlacing. The reinforcing fibres and the matrix are already mixed in this material. The production and shaping of the composite can go fast: heating up the mixed random mat above the melting point of the thermoplastic and shaping it by a cold press. The random mats can be used in liquid molding, like resin transfer molding and vacuum infusion. This type of preform is used a lot in the automotive industry. *Unidirectional prepreg* is a nonwoven material formed from fibres that are oriented in the same direction (Figure 4 a.). A prepreg of short fibres is called a *compound* (Figures 4 b. – d.). These are pellets of a thermoplastic in which short fibres are mixed. The short fibres are fed to a molten thermoplastic in an extrusion line, where a rotating screw mixes the fibres with the thermoplastic. The high shear forces reduce the length of the fibres. There are different compounds available, with different matrix materials and different volume percentages of fibres.

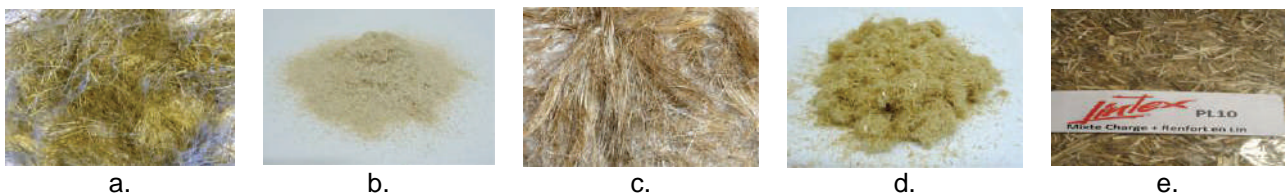


Figure 2: Short fibre reinforcements: a. FIBRA© F.R.D – Fibrés Recherche Développement, 100% flax and/or hemp fibers, available lengths: from 1 to 150 mm; b. GREEN© F.R.D – Fibrés Recherche Développement, 100% flax and/or hemp fibers, grades available: from 150 µm to 2000 µm; c. NATHERM© F.R.D – Fibrés Recherche Développement, 100% flax and/or hemp fibers, available lengths: from 40 to 120 mm; d. FIBRA©, F.R.D – Fibrés Recherche Développement, 100% flax and/or hemp fibers; e. LINTEX©, Groupe Dehondt, 100% flax (residues mixed) [8]

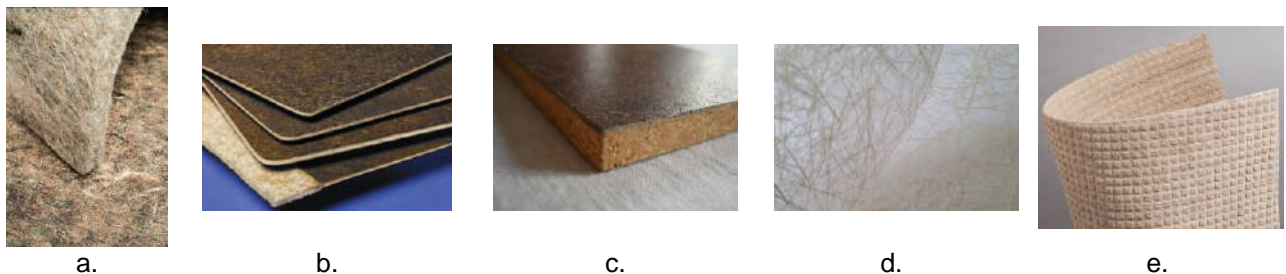


Figure 3: Nonwoven mat reinforcements: a. FIBRIPLAST, Ecotechnilin, linen/PP recycled or noble; b. FIBRIBOARD©, Ecotechnilin, nonwoven mat by Aiguilleté/bioresin; c. FIBRICORK©, Ecotechnilin, Linen/cork sandwich – bio sourced resin; d. 100% mat linen or hemp, F.R.D – Fibrés Recherche Développement, 100% flax or hemp, mass: from 50 to 2500 g/m²; e. Spunlaced nonwoven mat, NORAFIN, 100% flax [8]



Figure 4: Uni-directional prepreg: a. PROCOTEX, UD flax prepreg, matrix TP and TS; Compound: b. LINCORE CP ©, Groupe Depestele, flax, matrix PVC (polyvinyl chloride), PP (polypropylene), PLA (polylactic acid), ABS (*acrylonitrile butadiene styrene*), PLA recycled; c. AFT PLASTURGIE, hemp, matrix: ABS, PVC, PE (polyethylene), PP; d. ECOTECHNILIN, flax, matrix: PPC (polypropylene carbonate) [8]

Roving yarns (Figure 5) are slivers or pre-yarns processed into a parallel ribbon-shaped structure with little or no twist (UD tapes). When the stiffness and the strength of composites made with low-twist rovings is back-calculated into the stiffness and strength of the rovings, very high values are obtained. *Woven reinforcing materials (fabrics)* are constructed of interlaced yarns. Different weave patterns can be made (usually plain and twill), leading to different properties on a mechanical level but also on the stability of the orientation and drape. Ongoing developments include weaving with roving yarns. There are 2 types of woven reinforcements: the balanced 2D weaves and the UD weaves (Figure 6). In the *prepreg fabrics* matrix material can also be added to a textile, depending on the type of matrix - thermoset or thermoplastic. Many types of fabric, 100% flax or prepreg, co-mingled fabric are now available (Figures 7 d. and e.). *Multiaxial woven reinforcements* (Figures 7 a. – c.) consist of different unidirectional fibre layers, each layer with their own direction, which are stitched together by means of very fine threads. The important parameters of a *non-crimp fabric* are the number of layers and the direction of the layers, as well as the mass per unit area of each layer. The advantage of a non-crimp fabric is that the different layers are straight (or flat) and therefore have no crimp [4, 5, 8].



Figure 5: Roving yarns: a. NATTEX ROVING©, Dehondt groupe, 100% flax; b. Roving low twist, Safilin, 100% flax [8]

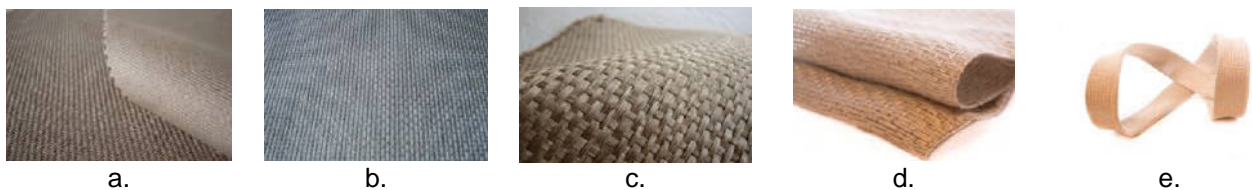


Figure 6: Dry woven reinforcements: a. LIBECO LAGAE, 100% flax, 2D or UD; b. TWINFLAX©, Dehondt groupe, 100% flax, 2D, mass: from 200 to 500 g/m²; c. LINCORE©, Groupe Depestele, 100% flax, UD at 0° or at 90° or 2D, wave: plain 1/1 or 2/2, or twill 2/2; d. AMPLITEX©, BCOMP, flax, light fabrics; e. AMPLITEX©, BCOMP, flax, braid [8]

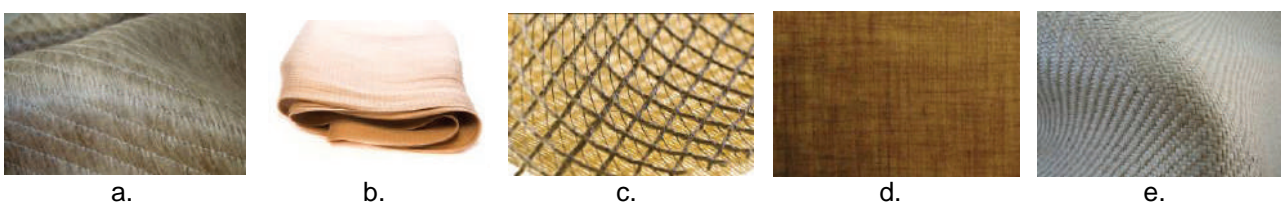


Figure 7: Multiaxial woven reinforcements: a. FRD, 100% flax, mass: 1640 g/m², with epoxy or polyester matrix; b. AMPLITEX©, BCOMP, flax, non-crimp, UD, bi-axial; c. AMPLITEX©, BCOMP, flax, power ribs; Prepreg woven reinforcements: d. FLAXPREG© - FLAXPLY©LINEO, flax, matrix TD: epoxy, UD, mass: 150 and 170 g/m², balanced fabrics of mass from 150 to 550 g/m²; e. LINCORE©, Groupe Depestele, co-mingled flax with TP: PLA, PP, PA (polyamide) matrix, UD at 0° or at 90°, plane wave 1/1 or 2/2, or twill 2/2 [8]

3.1.1 Flax and hemp composite reinforcements prepared at the University of Zagreb, Faculty of Textile Technology

At the Department of Materials, Fibres and Textile Testing of the University of Zagreb, Faculty of Textile Technology within scientific research funded by the University of Zagreb for 2013/2014 and 2014 an intensive research was carried out related to the preparation of flax and hemp fibre reinforcements for polymer composite materials. Flax fibres of different lengths, obtained from stems of fiber varieties planted in Croatia (water retted, broken, scotched and heckled); flax fibres, of different length, obtained from stems of seed varieties planted in Slovenia (dew retted, broken, scotched and hackled); hemp technical fibres obtained from stems planted in Slovenia (water retted, broken and scotched); flax and hemp roving yarns

prepared in laboratory conditions, and woven roving flax reinforcements - unidirectional (UD 0°) and bidirectional (2D) were presented at Figure 8.

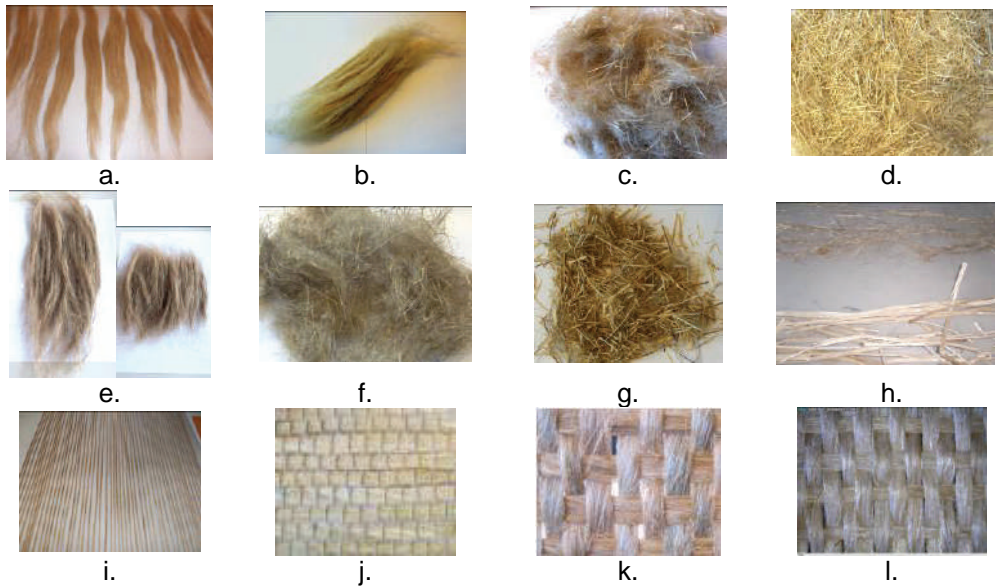


Figure 8: Flax fibres obtained from fibre varieties planted in Croatia: a. lengths from 300 to 600 mm, b. lengths from 100 to 300 mm, c. lengths from 10 to 90 mm, d. mixed residues; Flax fibres obtained from seed varieties planted in Slovenia: e. lengths from 100 to 300 mm, f. lengths from 5 to 90 mm, g. mixed residues; Hemp fibres obtained from stems planted in Slovenia (h.); Flax roving yarns prepared in laboratory conditions (i); Woven roving flax reinforcements: j. unidirectional (UD 0°), k. and l. bidirectional (2D)

3.2 Flax and hemp reinforced polymer composite applications

Material composites using European linen and hemp fibers with their renewable and agricultural origins are incorporated in areas such as the automobile industry which utilizes thermo-plastic or thermo-set templates. Now available to the general public, many products in the sport and leisure industries also use the technical advantages of linen composites. Ideal for everyday use, linen and hemp composites also have a reinforced position in the conception and design of homes. Plus they have a clear potential in avant-garde sectors such as the aeronautics or railway industries. There are some examples of products that already being produced or are under development [3, 8]:

- Automotive (e.g. hidden interior parts such as door panels, rear seat shells, sound insulation for bulkheads, rear window shelves, and dashboards; structural parts such as floors, under-the-hood parts, degas tank caps, air ducts for center and side ventilators, and rear-view mirror support frames),
- Mobility and transport (e.g. of prototypes: three-wheeled scooter, electric scooter, concept car),
- Sport and leisure (e.g. tennis rackets, fishing poles, surfboards, skis, racing bike, mountain bike helmet),
- Boating (e.g. sea kayak, pleasure sailboats, hull and deck of a 6.50 prototype, racing sailboat, pulleys),
- Home improvement (e.g. indoor and outdoor floor tiles, bathroom fittings, decking for terraces, sections for windows, switches and cable trays),
- Convenience goods (e.g. for horticulture: flower pots, racks, stakes; or electric household appliances),
- Street furniture - signage and urban furniture (e.g. pedestrian signs; bicycling signs; street furniture: boxes for plants, waste paper/dust bins, portable cabins, fences; benches),
- Wind energy (A prototype for wind turbine rotor blades was created using a 40 % flax textile reinforcement commingled with a PLA matrix. The flax/PLA fabrics were compression molded to make extremely strong blades.),
- Aerospace and railway (materials are currently included in R&D programs, but before being definitively incorporated into aircraft and railway construction, they need to be tested over a period of at least five years),
- Packaging (e.g. household packaging, smartphone shell, cosmetics, packaging, shipping packaging),
- Design (materials are used mostly to create structural parts of tables, chairs, armchairs and indoor/outdoor lighting),
- Music and audio (flax's low density and vibration damping capability are serving in new applications to produce or retransmit music according to high acoustic standards: e.g. audio system – speaker, guitars) and
- Personal equipment (e.g. glasses frame, leather goods, case for reader).

4. Conclusion

Public's demand for more environmentally friendly products and environmental legislations should motivate the composites industry (at least in parts) to move away from conventional synthetic materials. Flax and hemp fibres, perceived as environmentally sustainable substitutes to E-glass, are increasingly being employed as reinforcements in polymer matrix composites. Such bio-composites may in the future, become materials to replace conventional fibres reinforced polymer composites in terms of their attractive technical properties, lower cost, simple processing technologies, eco-friendliness, and ability to be recycled after use. The quality and performance of plant based composites can further be improved by adopting appropriate engineering techniques. Although plant based fibres have these advantages, they also have some limitations. One of the serious problems of plant fibres is their strong polar character, which creates many problems of incompatibility with most thermosetting and thermoplastic matrices. Production of bio-composites with high quality and performance is therefore based on adjusting the properties of the constituents to meet the requirements of the composite material i.e. a product with constituent, uniform, predictable, and reproducible properties. It should be noted that: 1. The impact of flax and hemp fibers quality and its variability on composite performance through interfacial bonding has not been fully established; 2. Property variation between polymer matrix composites reinforced with long-line flax fiber versus linseed flax fiber has not been fully assessed; 3. Improvement of adhesion between matrix and cellulose reinforcements in bio-composite materials by cold plasma treatment has not been fully defined; 4. The vacuum manufacturing techniques, which can result in good quality FRCs with minimal voids and fine surface appearance, has not been fully exploited for PFRCs. 5. In Croatia and Slovenia there are mainly cultivated seed flax and hemp varieties, namely after seed collecting most of the stems remain unused and are disposed of by burning or plowing.

Literature

- [1] Kalia, S.; Kaith, B.S. & Kaur, I.: *Cellulose Fibres: Bio- and Nano-Polymer Composites*, Springer, ISBN 978-3-642-17369-1, Berlin Heidelberg, (2011)
- [2] Miao, C. & Hamad, W. Y.: Cellulose reinforced polymer composites and nanocomposites: a critical review, *Cellulose*, **20** (2013), pp. 2221-2261, ISSN 0969-0239
- [3] Shah, D.U.: Developing plant fibre composites for structural applications by optimising composite parameters: a critical review, *Journal of Materials Science*, **48** (2013), pp. 6083-6107, ISSN 0022-2461
- [4] Ndazi, B.; Tesha, J.V. & Bisanda, E.T.N.: Some opportunities and challenges of producing bio-composites for non-wood residues, *Journal of Materials Science*, **41** (2006), pp. 6984-6990, ISSN 0022-2461
- [5] Sathishkumar, T.K. at al: Characterisation of natural fiber and composites – A review, *Journal of Reinforced Plastic and Composites*, **32** (2013) 19, pp. 1457-1476, ISSN 1530-7964
- [6] Shubhra, Q.T.; Alam, A. & Quaiyyum, M.: Mechanical properties of polypropylene composites: A review, *Journal of Thermoplastic Composite Material*, **26** (2011) 3, pp. 362-391, ISSN 0892-7057
- [7] Chawla, K.K.: *Composite Materials, Science and Engineering*, Springer, ISBN 978-0-387-74364-6, New York, (2013)
- [8] ...: European Linen and Hemp, Available on <http://www.mastersoflinen.com>, Accessed: 2014-12-10

Acknowledgements

This work was supported by the research related with *Improvement of adhesion between matrix and cellulose reinforcements in bio-composite materials by cold plasma treatment*, Coordinator: Assist. Prof. Sanja Ercegović Ražić founded by University of Zagreb, Croatia for 2014, and with *Development of high performance bio-composites reinforced with cellulose fibres from domestic sources*, Coordinator: Assoc. Prof. Antoneta Tomljenović founded by University of Zagreb, Croatia for 2013/14. Authors would like to thank assoc.prof. Tatjana Rijavec, Ph.D. and assist.prof. Ružica Šurina, Ph.D. on samples of scotched flax fibres.

Authors:

Assoc. Prof. Antoneta TOMLJENOVIĆ, Ph.D.

University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, Department of Materials, Fibres and Textile Testing

Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb, Croatia

Phone: +(385) (1) 3712 522

Fax: +(385) (1) 3712599

E-mail: antoneta.tomljenovic@ttf.hr

Kristina RUSAK, mag.ing.techn.text.

University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, Department of Materials, Fibres and Textile Testing

Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, Croatia

Phone: +(385) (1) 24 46 094

E-mail: kristinarusak@gmail.com

SVOJSTVA TEKSTILNOG KOMPOZITA ZA IZRADU DJEČJE PAPUČE U TVORNICI OBUĆE IVANČICA D.D.

PROPERTIES OF TEXTILE COMPOSITE INTENDED FOR CHILDREN SLIPPER PRODUCTION IN JOINT STOCK COMPANY IVANČICA D.D.

Jadranka AKALOVIĆ; Zenun SKENDERI; Tanja PUŠIĆ & Irena PAVLOVIĆ

Sažetak: U ovom su radu ispitana svojstva troslojnog kompozita nazivne površinske masa od 800 g/m² namijenjenog izradi gornjišta dječjih papučica. Gornja i srednja tkanina izrađene su od pamuka (100 %), a donja od mješavine poliestera/pamuk (54/46 %). Tkanine su tkane u osnovnim vezovima, gornja i središnja u keper, dok je donja u platno vezu. Međusobno su spojene nanosom poliakrilata. Ispitana su svojstva kompozitne strukture prije i nakon strojnog pranja. Rezultati pokazuju smanjen otpor prolazu topline nakon pranja, dok se otpor prolazu vodene pare i debljina kompozita povećavaju, što je posljedica promjene strukture.

Abstract: This paper is focused on the research of the properties of three-layer composite of nominal surface weight of 800 g/m² intended for uppers in kids' slippers production. The composition of upper and medium fabrics was cotton (100%), while bottom side a composite was produced from blend of polyester with cotton (54/46%). Fabrics were characterized by production in basic embroideries, upper and medium in twill and the bottom in canvas. Composite layers were bonded by poly-acrylic coating. Properties of composite structure were tested before and after machine washing. The results showed decreased thermal resistance of washing composite, while the passage of water vapor resistance and the thickness of the composite was increased due to change of structure.

Ključne riječi: Kompozit, tekstil, svojstva, dječje papučice.

Keywords: composite, textile, properties, children slipper.

1. Uvod

Tvornica obuće Ivančica d.d. iz Ivanca i Bambi d.o.o. iz Varaždina su vodeće tvrtke za proizvodnju dječje obuće u Hrvatskoj. Robne marke BAMBI i FRODDO ih čine prepoznatljivim i konkurentnim tvrtkama na domaćem i inozemnim tržištima. Strateška je smjernica ovih tvrtki briga o zdravom rastu i razvoju stopala, a istovremeno i briga o očuvanju okoliša, što utječe na izbor materijala i tehnologiju izrade određenog modela dječjih papučica. Materijali za izradu gornjišta papučica mogu biti troslojni, odnosno dvoslojni tekstilni kompozitni materijali, a tehnologija spajanja gornjišta i potplata prilagođena je strukturi i svojstvima navedenih materijala kako bi se postigla željena funkcionalnost i udobnost određenog modela. Funkcija zaštite stopala, kao važan čimbenik dječjih papučica, treba omogućiti slobodne kretnje stopala u papučici, što je posebno važno za dobar rad mišića uz istovremeno postizanje optimalnih higijenskih svojstava. Stalno praćenje sukladnosti proizvoda u primjeni važan je zahtjev sustava upravljanja kvalitetom (ISO 9001). Jedan od važnih čimbenika takvog praćenja odnosi se na mogućnost pranja dječjih papučica (održavanja pranjem).

Temeljni parametri za objektivnu ocjenu udobnosti tekstila, odjeće i obuće su otpor prolazu topline i otpor prolazu vodene pare [1]. Uređaj za mjerenje otpornosti prolazu topline i vodene pare, tzv. vruća ploča (*eng. Sweting Guraded Hot Plate*) radi prema ISO 11092 normi [2], a jednadžbe prema kojima se na uređaju određuju otpor prolazu topline i otpor prolazu vodene pare su sljedeće:

$$R_{ct} = \frac{(T_s - T_a)}{H} - R_{ct0} \quad (1)$$

$$R_{et} = \frac{(p_s - p_a)}{H} - R_{et0} \quad (2)$$

gdje su R_{ct} otpor prolazu temperature uzorka (m²×°C×W⁻¹), T_s temperature mjerne ploče (°C), T_a temperature okoline (°C), H/A gustoća toplinskog toka (W×m⁻²), R_{ct0} = otpor prolazu topline bez uzorka (m²×°C×W⁻¹), R_{et} = otpor prolazu vodene pare uzorka (m²Pa×W⁻¹), p_s = tlak zasićene pare na površini

mjerne ploče (Pa), p_a = tlak vodene pare zraka (Pa), R_{et0} = otpor prolazu vodene pare bez uzorka ($m^2Pa \times W^{-1}$).
Za višeslojne tekstilne materijale (kompozite) ukupni otpor prolazu topline određuje se izrazom:

$$1/R_{ctu} = 1/R_{ct1} + 1/R_{ct2} + \dots + 1/R_{ctn} \quad (3)$$

gdje su R_{ctu} ukupni otpor prolazu topline kompozita, R_{ct1} , R_{ct2} , R_{ctn} otpori prolazu topline 1, 2 odnosno n -te komponente kompozita.

Cilj je ovog rada utvrditi prihvatljivost troslojnog kompozitnog materijala, prije i nakon pranja, za izradu gornjišta dječjih papuča na temelju ispitivanja parametara otpora prolazu topline i vodene pare.

2. Eksperimentalni dio

2.1. Materijali i tehnologija

Za ispitivanje je odabran kompozitni materijal čiji su osnovni parametri prikazani u tablici 1, dostavljeni od proizvođača, tvornice Čateks d.d. iz Čakovca.

Tablica 1: Karakteristike troslojnog kompozita namijenjenog za gornjište dječje papuče prema specifikaciji proizvođača

Karakteristike troslojni kompozit	
Sirovinski sastav/Vez tkanine	
Gornja i srednja	Pamuk (100 %)/keper
Donja	PES/Pamuk (54/46)/platno
Spajanje	Nanos akrilata na bazi vode
Površinska masa (g/m^2)	800
Čvrstoća, dužina/širina (daN/5 cm)	150/70
Rastezanje, dužina/širina (%)	10/10
Otpornost na habanje po Martindale (broj ciklusa)	30.000
Skupljanje kod pranja na 40 °C (%)	5
Postojanost na pranje na 40 °C	4/4/4
Postojanost na znoj - alkalni/kiseli	4/4/4 – 4/4/4
Postojanost na trenje – suho/mokro	4/4 – 4/4

Troslojni kompozit je korišten za izradu dječjih papuča modela M1 (slika 1).



Slika 1: Dječja papuča – Model 1

Općenito, tehnološki procesi spajanja gornjišta i donjišta uključuju postupak šivanja i lijepljenja.



a.



b.

Slika 2: Tehnologija spajanja gornjišta i donjišta: a. pričvršćivanje međutabanice na gornjište; b. spajanje međutabanice s gornjištem šivanjem

Tehnologija spajanja gornjišta i donjišta za model M1 je šivani postupak (štrobel, slika 2) i usklađena je sa strukturom troslojnog kompozitnog materijala primjerene mekoće. Karakteristično za ovaj model je to što je troslojni kompozit za gornjište dovoljne čvrstoće i istezanja da papuča zadrži oblik i nakon navlačenja na kalup i skidanja s kalupa. Dakle, ne dolazi do deformacije gornjišta na mjestu ugrađenih tvrdica i lubova. Ugradnjom tvrdica i lubova za model M1 postiže se sigurnost i pravilan položaj stopala i noge i bez ugradnje temeljnih tabanica. Gumeni đonovi su dovoljne mekoće da omogućuju savijanje stopala, a dizajnerski su prilagođeni za sprečavanje proklizavanja po podlozi. Spajaju se sa gornjištem na kojemu je prišivena uložna tabanica postupkom lijepljenja dvokomponentnim poliuretanskim ljepilom na vodenoj bazi. Model je konstruiran na kalupima provjerene kvalitete i dimenzija, a zatvaranje se postiže čičak trakom.

Troslojni kompozitni materijal namijenjen za izradu gornjišta dječje papuče je prije pranja uložen je u polietersku mrežastu vrećicu i opran komercijalnim tekućim deterdžentom (koncentracije 2 g/l) uz pamučni balast (masa 3 kg) u kućanskoj perilici, Whirlpool AWO/D 43136 na 30°C. Oprani je materijal osušen na zraku. Prije i nakon pranja ispitivani su parametri toplinske otpornosti i parapropusnosti, debljina i spektralne karakteristike (spektrofotometar DataColor SF 300) kompozitnog materijala. Zbog specifičnosti dezena ispitivanog materijala za izradu dječje papuče, načinjena su mjerenja svijetlo i tamnoplavog tona na četiri mjesta.

3. Rezultati i rasprava

U svrhu postizanja dobrih svojstava udobnosti i sigurnosti, dječje papuče se najčešće izrađuju od tkanih kompozitnih struktura. Troslojni kompozit korišten za izradu dječjih papuča, u ovom radu izrađen od pamuka/pamuka/mješavina PES/pamuk u temeljnim vezovima (keper/keper/platno), može osigurati dobra svojstva udobnosti nošenja (tablica 1). Čvrstoća po osnovi i potci od 150 odnosno 70 daN/5 cm, te istezanje po osnovi i potci od 10 % su dovoljni za održavanje čvrstoće i forme papuča. Otpornost na habanje od 30.000 ciklusa ukazuje na dovoljnu izdržljivost i destrukciju strukture primjerenu namjeni, tablica 1. Prema podacima iz specifikacije proizvođača, tablica 1, ocjena postojanosti gornjeg uzorkovanog materijala na pranje u normiranim okolnostima je 4, a skupljanje troslojnog kompozita u pranju iznosi 5 %.

Rezultati ispitivanja materijala, prije i nakon pranja, na temelju prethodno naznačenih parametara, otpora prolazu topline i vodene pare i debljine su prikazani u tablici 2, a promjene spektralnih karakteristika u tablici 3.

Tablica 2: Otpor prolazu topline i vodene pare troslojnog kompozita

Materijal	Otpornost prolazu Topline - Rct (m ² K W ⁻¹)		Otpor prolazu vodene pare - Rct (m ² Pa W ⁻¹)		Debljina (mm)	
	Prije pranja	Nakon pranja	Prije pranja	Nakon pranja	Prije pranja	Nakon pranja
Troslojni kompozit	0,0346	0,0286	77,6591	93,4876	1,4	1,6

Nakon pranja kompozitnog materijala dolazi do smanjenja otpora prolazu topline sa 0,0346 na 0,0286 m² K W⁻¹ (tablica 2). Uzrok ovome je promjena strukture kompozita pranjem. Kako se pranjem mijenja struktura ispitanog kompozita došlo je do određenog porasta otpornosti prolazu vodene pare i debljine, sa 77,6591 na 93,4876 m² Pa W⁻¹, odnosno sa 1,4 na 1,6 mm (tablica 2).

Uvjeti strojnog pranja su izazvali i promjenu spektralnih karakteristika, što je razvidno iz rezultata ukupne razlike u boji (dE), promjene svjetline (dL*), promjene zasićenja (dC*) i promjene tona (dH*) opranog u odnosu na neprani materijal (tablica 3).

Tablica 3: Promjene spektralnih karakteristika materijala u pranju

Ton	dL*	dC*	dH*	dE	ISO A05
svijetloplavo	-2,866	-0,040	0,588	2,954	4
tamnoplavo	-2,388	2,312	0,410	3,501	3-4

Unatoč odabiru blagog programa pranja na 30 °C tekućim deterdžentom namijenjenom pranju tamnijih tonova, rezultati spektralnih karakteristika pokazuju da je došlo do promjene obojenja. Promjene zastupljenih tonova u dezenu nisu jednoznačne. Jača promjena tona zabilježena je kod tamnoplavog tona obojenja (dE =

3,501), gdje je vrijednost promjene obojenja ocijenjena po sivoj skali (ISO A05) prema normi HRN EN ISO 105-A05 3-4 [3].

4. Zaključak

Rezultati ispitivanja su potvrdili promjene troslojnog kompozitnog materijala načinjenog od pamuka u gornjem i srednjem sloju, te mješavine pamuka i poliestera u donjem sloju. Utvrđene su promjene spektralnih karakteristika dezena materijala, što isključivo ima za posljedicu blago promijenjen estetski izgled. Međutim, skupljanje materijala u pranju je utjecalo na njegovu funkcionalnost kroz smanjen otpor prolazu topline, povećanje debljine i povećan otpor prolazu vodene pare.

Literatura

- [1] Skenderi, Z. et al: Objective vs. subjective evaluation of comfort parameters, *Ergonomics* 2013, Mijović, B., Salopek Čubrić, I., Čubrić, G., Sušić, A. (ur.), 9-14, ISBN 01-1848-9699, Zadar, 12-15. 6. 2013, Zagreb, Croatian Ergonomics Society, (2013)
- [2] ISO 11092 Textiles -- Physiological effects -- Measurement of thermal and water-vapour resistance under steady-state conditions (sweating guarded-hotplate test)
- [3] HRN EN ISO 105-A05:2003 - Tekstil-Ispitivanje postojanosti obojenja – Dio A05: Instrumentalna metoda određivanja promjene boje u usporedbi s vrijednostima sive skale

Zahvala

Zahvaljujemo se Tvornici obuće Ivančica d.d. iz Ivanca na suradnji i potpori, bez koje ovaj rad ne bi bio ostvaren. Ujedno je važno naglasiti da je rad potpomognut sredstvima za financiranje znanstvenih i umjetničkih istraživanja na Sveučilištu u Zagrebu dodijeljenih Sveučilištu temeljem Ugovora o namjenskom višegodišnjem institucijskom financiranju znanstvene djelatnosti u godinama 2013., 2014. i 2015 (Potpora: *Termofiziološka udobnost obuće i tekstila, šifra: TP1.91*).

Autor(i):

- Jadranka AKALOVIĆ, predavač
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (42) 330 676 Fax: +(385) (1) 3712 599 E-mail: jadranka.akalovic@tff.hr
- Prof. dr. sc. Zenun SKENDERI
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 3712 577 Fax: +(385) (1) 3712 599 E-mail: zenun.skenderi@tff.hr
- Prof. dr. sc. Tanja PUŠIĆ
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 4877 354 Fax: +(385) (1) 4877 354 E-mail: tpusic@tff.hr
- Irena PAVLOVIĆ, inž.
Tvornica obuće Ivančica d.d., Ivanec
Petra Preradovića 12, HR-42240 Ivanec
Tel: +(385) (42) 402 222 Fax: +(385) (42) 402 206 E-mail: modelarna@ivancica.hr

KULTURNE I KREATIVNE INDUSTRIJE – POTENCIJAL ZA RAZVOJ GOSPODARSTVA REPUBLIKE HRVATSKE

CULTURAL AND CREATIVE INDUSTRIES – POTENTIAL FOR GROWTH OF CROATIAN ECONOMY

Aleksandar BATTISTA ILIĆ; Katarina Nina SIMONČIĆ & Alica GRILEC KAURIĆ

Sažetak:

U posljednjih nekoliko godina u Europskoj uniji raste svijest o važnosti kulturnih i kreativnih industrija. Osim što su pokretači kulturne raznolikosti u Europi, te su industrije jedan od najdinamičnijih gospodarskih sektora Europe. U Republici Hrvatskoj polako se shvaća njihov značaj te se poduzimaju i prvi konkretni koraci u uvrštavanju navedenih industrija u industrijsku granu. Ovaj rad predstavlja teorijski okvir kreativnih i kulturnih industrija te analizira potencijale za razvoj i unapređenje promatranih industrija u Hrvatskoj u cilju razvoja i jačanja gospodarstva. U zaključku rada donesene su određene smjernice za razvoj kulturnih i kreativnih industrija kao i temelji daljnjim istraživanjima.

Abstract:

In recent years, there has been a growing awareness of the importance of cultural and creative industries in the European Union. Apart from being considered the drivers of cultural diversity in Europe, they are one of the most dynamic sectors of the economy of Europe. In the Republic of Croatia their importance has been slowly recognized and the first concrete steps in the inclusion of these industries into the industrial sector are taken. This paper presents a theoretical framework of creative and cultural industries, and analyzes the potential for development and improvement of the observed industry in Croatia in order to develop and strengthen the economy. Certain guidelines for the development of cultural and creative industries as well as further research are presented in the conclusion of the paper.

Ključne riječi: kulturne i kreativne industrije, zemlje u razvoju, Republika Hrvatska

Keywords: cultural and creative industries, developing countries, Republic of Croatia

1. Uvod

Organizacija Ujedinjenih naroda za obrazovanje, znanost i kulturu (engl. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization; UNESCO) definira pojam «kulturne industrije» kao industrije koje «kombiniraju stvaranje, proizvodnju i komercijalizaciju sadržaja koji su neopipljivi i istodobno kulturni po prirodi. Takvi sadržaji obično su zaštićeni autorskim pravima i mogu biti u obliku proizvoda ili usluga». U Francuskoj su kulturne industrije definirane kao «set ekonomskih aktivnosti koje kombiniraju funkcije koncepcije, kreiranja i proizvodnje kulture s više industrijskih funkcija u proizvodnji velikih razmjera i komercijalizacije kulturnih proizvoda» [1].

Za razliku od kulturnih industrija, pojam «kreativne industrije» šireg je značenja i podrazumijeva i proizvode i usluge proizvedene od kulturnih industrija kao i one koje ovise o inovacijama uključujući i istraživanja i razvoj softvera [2]. Smatra se da je izraz «kreativne industrije» nastao u Australiji 1994. godine u izvješću Ujedinjenih naroda. Poprimilo je šire razmjere 1997. godine kada su političari britanskog Odjela za kulturu, medije i sport (engl. Department for Culture, Media and Sport - DCMS) postavili «Creative Industries Task Force». Isti je Odjel za kulturu, medije i sport definirao kreativne industrije kao «aktivnosti koje potječu iz individualnih kreativnosti, vještina i talenata i koje imaju potencijal za bogaćenje i otvaranje novih radnih mjesta kroz generacije, kao i za iskorištavanje intelektualnog vlasništva» [1].

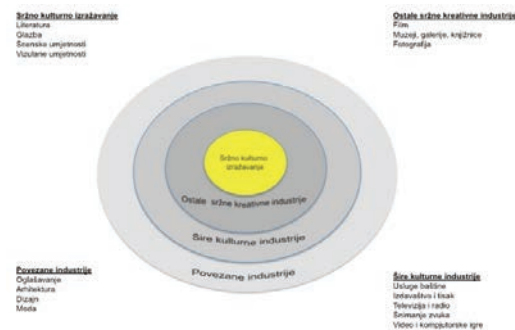
Sukladno sugestiji Izvještaja kreativnih ekonomija (engl. Creative Economy Report) Ujedinjenih naroda (2010.), sektor kreativnih ekonomija ima velik potencijal kojim može pridonijeti rastu i razvoju, posebno za zemlje u razvoju koje su u potrazi za diverzifikacijom svojih ekonomija te žele steći otpornost na buduće ekonomske krize. Tomu u prilog govori i činjenica da kulturne i kreativne industrije spadaju u vrlo dinamične sektore promatrajući svjetsku trgovinu s obzirom da im svjetska tržišna vrijednost iznosi oko 1,3 trilijuna američkih dolara godišnje [3]. Nadalje, Jelinčić i Žuvela (2013.) navode i kako kulturne i kreativne industrije čine 7 % svjetskog BDP-a, a od 2000. godine njihova proizvodnja raste po stopi od oko 7 % godišnje, no zaključuju da su kulturne i kreativne industrije u Hrvatskoj još uvijek nedovoljno prepoznate u javnim politikama, iako u njima leži konkretni razvojni potencijal.

Sve navedeno upućuje na veliki potencijal kulturnih i kreativnih industrija koje pravilnim politikama i zakonodavnim okvirom mogu uvelike pridonijeti razvoju hrvatskog gospodarstva, te će se upravo ovim radom u idućim poglavljima definirati njihov opseg kao i perspektiva razvoja u okviru hrvatskog gospodarstva.

2. Opseg kreativnih i kulturnih industrija

Kako se navodi u Ekonomskom izvještaju o kreativnim ekonomijama Ujedinjenih naroda iz 2013. godine, DCISM je u prvom dokumentu iz 1998. godine definirao sljedeće industrije kao kreativne: oglašavanje, arhitektura, umjetnosti i tržište antikviteta, obrt, dizajn, modni dizajn, film i video, interaktivni softver za zabavu, glazba, scenske umjetnosti, izdavaštvo, softver i računalne usluge, televizija i radio. UNESCO-ov institut za statističke modele dijeli kulturne i kreativne industrije na Industrije u sržnim kulturnim domenama (muzeji, galerije, knjižnice, scenska umjetnost, festivali, likovna umjetnost, obrt, dizajn, izdavaštvo, televizija, radio, film, fotografija, interaktivni mediji) i Industrije u proširenim kulturnim domenama (glazbeni instrumenti, oprema za zvuk, arhitektura, oglašavanje, oprema za tisak, softver, audiovizualni hardver) [2].

Kulturne i kreativne industrije također su prikazivane i koncentričnim krugovima poput najpoznatijeg prikaza Davida Throsbya prikazanog Slikom 1.



Slika 1: Model koncentričnih krugova Davida Throsbya [2]

Uz koncentrične krugove navodi se kako su granice između krugova porozne te da je svaki sljedeći krug sve protkaniji estetskim i simboličkim atributima. Također, centralni krug naziva Sržno kulturno izražavanje ne bi trebao implicirati da su pojedini umjetnici sami na vrhu kreativne hijerarhije, već su na početku lanca kulturne vrijednosti dio širih poduzeća čiji su procesi inicirani od menadžera, poduzetnika, proizvođača, posrednika itd., te ovise o zajedničkim djelovanjima [2].

3. Kulturne i kreativne industrije u europskom i hrvatskom gospodarstvu

U Hrvatskoj se polako shvaća važnost i širina kulturnih i kreativnih industrija i njihov značaj koji proizlazi iz iznimno dobre otpornosti na gospodarsku krizu. Navedeno potvrđuje činjenica da je u razdoblju između 2008. i 2012. godine u Europi zabilježen pad u stvaranju radnih mjesta od -0.7 % godišnje, dok je u kulturnim i kreativnim industrijama zabilježen porast od 0.7 %. Također, u zemljama Europske unije zaposlenost u kulturnim i kreativnim industrijama čini 7.1 % odmah nakon građevinske industrije (15.3 %) i aktivnosti posluživanja hrane i pića (7.3 %), što predstavlja 3.3 % radnog stanovništva Europske unije. Za usporedbu, to je 2.5 puta više nego automobilska i pet puta više nego kemijska industrija. Izniman značaj kulturnih i kreativnih industrija je u zapošljavanju mlade radne snage (primjerice, u Parizu na 41.4 % radnih mjesta u kulturnim i kreativnim industrijama zaposlene su osobe mlađe od 35 godina) zbog privlačnosti navedenih industrija i njihove otvorenosti na zapošljavanje mlađih djelatnika. U europskom BDP-u kulturne i kreativne industrije sudjeluju s 4.2 % [4].

Promatrajući razvoj kulturnih i kreativnih industrija, može se smatrati vrlo pozitivnim da je Europska komisija usvojila strategiju naziva „Promocija kulturnih i kreativnih sektora za rast i poslove u EU“ [7] kojoj je cilj otvaranje punog potencijala kreativnog sektora, a sve kako bi se potaknuli poslovi i rast unutar Europske unije. U Hrvatskoj je, s ciljem jačanja konkurentnosti, osnovan *Hrvatski klaster konkurentnosti kreativnih i kulturnih industrija* na inicijativu Ministarstva gospodarstva i uz operativnu podršku Agencije za investicije i konkurentnost, kao četvrti klaster osnovan na inicijativu Ministarstva gospodarstva. Cilj klastera je zajednički raditi na jačanju konkurentnosti i promicanju održivog rasta kulturne i kreativne scene u Hrvatskoj, te dobivanje gospodarske grane kulturnih i kreativnih industrija [6, 7].

Izrazito je važan i novi program Europske unije naziva "Kreativna Europa (2014. – 2020.)" koji ima zadatak poduprijeti europsku kinematografiju te kulturni i kreativni sektor s ciljem njihovog doprinosa održivom rastu i zapošljavanju. Predloženi proračun za razdoblje od 2014. do 2020. godine iznosi 1.8 milijardi eura što je ujedno i najveća svjetska potpora za kulturne i kreativne industrije. Potpora će uključiti tisuće umjetnika, kulturnih profesionalaca i organizacija u izvedbenim i ostalim umjetnostima, oglašavanju, filmu, TV-u, glazbi, interdisciplinarnim umjetnostima, baštini i industriji videoigara [8].

Također, u Hrvatskoj je započet projekt „Kreativna Hrvatska - Kreativna i kulturna industrija kao pokretač razvoja“ kojeg pokreću Hrvatski klaster konkurentnosti kreativnih i kulturnih industrija i nedavno osnovana Koordinacija kreativnih i kulturnih industrija pri Hrvatskoj udruzi poslodavaca. Ovim projektom udruge započinju intenzivan rad na oformljivanju gospodarskog sektora Kreativnih i kulturnih industrija u Hrvatskoj [9].

4. Primjeri iz prakse

U okviru aktivnosti koje potječu iz individualnih kreativnosti, vještina i talenata i koje imaju potencijal za bogaćenje i otvaranje novih radnih mjesta zanimljivo je promotriti dva primjera iz svijeta modnog oblikovanja. Pariška kuća Chanel u svrhu jačanja francuskog nacionalnog identiteta na globalnom tržištu, te otvaranju novih radnih mjesta, revitalizirala je stare francuske tradicijske obrti, koji su zbog nezainteresiranosti tržišta bili osuđeni na postupno nestajanje. Kuća Chanel 2002. godine osnovala je *Paraffection* poduzeća okupivši *ateljea umjetnosti (Ateliers d'Art): Desrues* za ukrašavanje, *Lemarié* za perje i kamelije, *Lesage* za izradu veza i čipke, *Massaro* za izradu obuće, *Guillet* za umjetno cvijeće, *Grossens a Maison Michel* za ženski šešire [10].

Njihovi proizvodi promišljeno su utkani u predmete kako visoke (franc. *haute couture*, eng. *made to measure*) tako i konfekcijske mode (franc. *prêt-à-porter*, eng. *ready – to - wear*) predstavljajući uspješan primjer sklada mode i tradicije – anti mode. Kako bi se oslobodili predrasuda da pripadaju samo izrazu visoke mode, kuća Chanel potpisavši temeljni ugovor kao uvjet umjetničkim ateljeima navela je samostalnu strategiju širenja proizvodnje u smjeru mlađe populacije, zadovoljavanju tržišne potražnje i oblikovanju konfekcije proizvodnje [11]. Umjetnički ateljei uspješno su se prilagodili savjetima, te proširili proizvodnju [12,13] dok *Lesage* još nudi standardne i profesionalne tečajeve u vrijednosti od 6279 EURa za 150 sati nastave [14]. No 60 % zarade tradicijski obrti duguje Visokoj modi kuće Chanel .

U tom duhu 2008. godine osmišljen je projekt "Lepoglavska čipka na modnoj odjeći" u kojeg su bili uključeni voditeljica i koordinatorica dr.sc. Katarina Nina Simončić, viša asistentica na Tekstilno-tehnološkom fakultetu u Zagrebu, mentor kreativne radionice modni dizajner Silvijo Vujčić, Grad Lepoglava i udruga čipkarica, te tvornica "DTR". Odjevni predmeti s motivima lepoglavske čipke bili su prilagođeni suvremenom tržištu, rađeni u svrhu oblikovanja autohtonog modnog dizajna kojeg bi nosile predstavnice veleposlanstva u svijetu i supruge kulturnih atašea.

Glavna dizajnerica DTR u predstavljanju kolekcije na 12. međunarodnom festivalu čipke u Lepoglavi napomenula je zainteresiranost inozemnih poduzeća i tržišta za odjevne predmete. Ukazala je da bi revitalizacija tradicijskog obrta u tom smjeru otvorila novo mogućnosti ponude i potražnje ali je za to neophodna tržišna strategija grada Lepoglave. 2009. godine modeli bili su predstavljeni u *Powerhouse museumu* u Sydneyu Australija, u travnju gostovali su na međunarodnoj europskoj izložbi *I Love Inter/National Fashion*, u Ljubljani Slovenija.

Projekt je bio prvi korak, kako bi se grad Lepoglava upoznala s mogućnostima revitalizacije povijesne čipke i njezine primjene na tržištu. Ujedno je ukazao da je neophodna na tom putu gospodarska i ekonomska strategija. Projekt je u tome otvorio poznanstva i ukazao na značajan odaziv kupaca i interes kako domaćeg tako i inozemnog tržišta. Ostati samo na proizvodnji tradicijskih oblika, tj modnim derivatima zaleđenim u vremenu, toj grani kulturne baštine onemogućavaju se suvremeniji i isplativiji pristupi na što upozoravaju i inozemni stručnjaci.

No da bi projekt u cijelosti zaživio potrebno je bilo pronaći modnu kuću koja se visokom modom bavi. Takve međutim u Hrvatskoj ne postoji. Tvornica DTR radila je s inozemnim tržištem te je bila spremna pomoći u povezivanju kako bi se ostvarila proizvodnja malih edicija, no inicijativa od strane grada Lepoglave nažalost nije postojala. Nakon proizvodnje u suvremenoj modi i promocije na modnom tržištu, organiziranje isplativih edukacijskih radionica izrade čipke, nalik onima u Parizu, bilo bi uspješnije. Ovaj projekt ujedno je ukazao na kvalitetan proces edukacije studenata, te kao takav može poslužiti za buduće projekte financirane od europskih fondova.

5. Zaključak

Sudjelujući sa značajnim udjelom u BDP-u i ukupnoj europskoj zaposlenosti, kulturne i kreativne industrije postale su važna i nezaobilazna grana gospodarstva. Mnogi su naponi u Hrvatskoj trenutačno usmjereni k njihovom uvrštavanju u gospodarske grane, a sve zbog shvaćanja njihove važnosti. Sve do sada navedeno upućuje na činjenicu, kako je napisano u studijama (poput Izvještaja UN-a i GESAC-a), da su kulturne i kreativne industrije potencijalni spasioци u oporavku europskog gospodarstva s važnim strateškim ulogama, koje se posebice očituju u otvaranju i kreaciji novih radnih mjesta namijenjenim mlađim djelatnicima koje je u ekonomskoj krizi najjače pogodila nezaposlenost.

Buduće istraživanje bit će usmjereno na analizu konkretnih poduzetih akcija vezanih za promociju i okrupnjavanje kulturnih i kreativnih industrija i pronalaska aplikativnih strategija pomoću kojih će kulturne i kreativne industrije imati konkretan i mjerljiv pozitivan učinak na hrvatsko gospodarstvo.

Literatura

- [1] United Nations (2010) *Creative Economy Report 2010*
- [2] United Nations (2013) *Creative Economy Report 2013 – Special Edition*
- [3] Jelinčić, D.A. & Žuvela, A.: Što nas čini različitima? Kreativni Zagreb na putu prema kreativnoj Europi, *Medijske studije*, Vol. 4 (2013), Br. 7, str. 75-92, ISSN 1847-9758
- [4] GESAC (2014) *Creating growth: Measuring cultural and creative markets in the EU*, Dostupan na [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Measuring_cultural_and_creative_markets_in_the_EU/\\$FILE/Creating-Growth.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Measuring_cultural_and_creative_markets_in_the_EU/$FILE/Creating-Growth.pdf), Pristupljeno: 2015-01-10
- [5] Program Europske unije – Kultura (2007.-2013.), Dostupan na <http://www.min-kulture.hr/default.aspx?id=8118>, Pristupljeno: 2015-01-10
- [6] Osnovan Klaster konkurentnosti kreativnih i kulturnih industrija, Dostupan na <http://www.vecernji.hr/kompanije-i-trzista/osnovan-klaster-konkurentnosti-kreativnih-i-kulturnih-industrija-542429>, Pristupljeno: 2015-01-10
- [7] HUP i Klaster kreativnih industrija predstavili projekt «Kreativna Hrvatska», Dostupan na <http://www.tportal.hr/biznis/trendovi/361499/HUP-i-Klaster-kreativnih-industrija-predstavili-projekt-Kreativna-Hrvatska.html>, Pristupljeno: 2015-01-10
- [8] Ministarstvo kulture: Program Europske unije – Kreativna Europa, Dostupan na <http://www.min-kulture.hr/ced/>, Pristupljeno: 08.01.2015.
- [9] «Kreativna Hrvatska» projek Hrvatskog klastera kreativnih i kulturnih industrija i Hrvatske udruge poslodavca, Dostupan na <http://www.hup.hr/kreativna-hrvatska-projekt-hrvatskog-klastera-kreativnih-i-kulturnih-industrija-i-hrvatske-udruge-poslodavaca.aspx>, Pristupljeno: 2015-01-08
- [10] Ministarstvo kulture: Program Europske unije – Kreativna Europa, Dostupan na: <http://www.min-kulture.hr/ced/>, pristupljeno: 08.01.2015.
- [11] «Kreativna Hrvatska» projek Hrvatskog klastera kreativnih i kulturnih industrija i Hrvatske udruge poslodavca, Dostupan na: <http://www.hup.hr/kreativna-hrvatska-projekt-hrvatskog-klastera-kreativnih-i-kulturnih-industrija-i-hrvatske-udruge-poslodavaca.aspx>, pristupljeno: 08.01.2015.
- [12] Simončić, K. N.: Tradicijska baština u suvremenom dizajnu na primjeru lepoglavske čipke, *Book of Proceedings*. Zagreb : Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, 73-80.
- [13] <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kLQ5iN3ITUcJ:dailyluxury.blogspot.com/2007/12/les-mtiers-dart.html+Paraffection+company&cd=7&hl=hr&ct=clnk&gl=hr> Pristupljeno: 2010-27-11
- [14] <http://www.michel-paris.com/pre-t-a-porter.php?lg=en> Pristupljeno: 2010-27-11
- [15] <http://www.massaro.fr/en/le-pre-t-a-chausser-masculin.php> Pristupljeno: 2010-27-11
- [16] <http://www.lesage-paris.com/>

Autori:

Izv. prof. art. Aleksandar BATTISTA ILIĆ
Sveučilište u Zagrebu Akademija likovnih umjetnosti
Ilica 85, HR-10 000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 3777 300

Fax:

E-mail: aleksandar.ilic@inet.hr

Doc. dr. sc. Katarina Nina SIMONČIĆ; Dr. sc. Alica GRILEC KAURIĆ, asistent
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10 000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 3712 564
+(385) (1) 3712 554

Fax: +(385) (1) 37 12 599

E-mail: nina.simoncic@ttf.hr
alica.grilec@ttf.hr

TRADICIJSKI LAN ZA SIGURNU BUDUĆNOST

TRADITIONAL FLAX FOR SAFETY FUTURE

Ružica BRUNŠEK; Marijana PAVUNC & Edita VUJASINOVIĆ

Sažetak: Danas, osim za izradu konvencionalnih tekstilnih proizvoda, lanena vlakna se sve više koriste i za izradu biokompozitnih materijala različite namjene. Razlog za to su specifična svojstva lanenih vlakana poput visoke čvrstoće, otpornosti na toplinu, netaljivosti, niske gustoće, netoksičnosti, biorazgradivosti, morfološke posebnosti i niže cijene. Automobilaska industrija, zahvaljujući Europskoj direktivi 2000/53/EC, predstavlja djelatnost koja se uvelike oslanja na upotrebu biokompozita kao strukturnih materijala pri čemu lan sve više dobiva na važnosti.

Abstract: Except for the production of conventional textile products, today, flax fibers are increasingly used in making biocomposite material for various purposes. The reason for this are the specific properties of flax fibers such as high strength, heat resistance, infusible, low density, non-toxicity, biodegradability, morphological peculiarities and lower price. The automotive industry supported by the European Directive 2000/53/EC represents an industry that is now largely relied to the use of biocomposites as structural materials within which flax is gaining high importance.

Ključne riječi: lan, vlaknima ojačani kompoziti, biokompoziti, automobilaska industrija.

Keywords: flax fibers, fibers reinforced composites, biocomposites, automotive industry.

1. Uvod

Lan se ubraja među najstarije kultivirane biljke svijeta [1]. Povijesno gledajući, lan se uzgajao ponajprije radi dobivanja vlakana, dok je proizvodnja lanenog sjemena imala manje značenje iako se ono uspješno koristilo za dobivanje hrane i lijekova. Danas, osim za izradu konvencionalnih tekstilnih proizvoda (odjeće, stolnog i postelnog rublje te drugih vrsta kućanskih tekstilija), lan se koristi i za proizvodnju tehničkog tekstila. Kroz tehnički tekstil, laneno vlakno nalazi svoje mjesto u: automobilskoj industriji, industriji papira, izradi zaštitnog tekstila, građevinskoj industriji te u izradi kompozitnih materijala. Naime, laneno vlakno ima sva poželjna svojstva potrebna za izradu vlaknima ojačanih kompozita: relativno visoku toplinsku otpornost i čvrstoću, malu sklonost deformaciji, nisku gustoću, a zbog specifične morfologije i dobra adhezijska svojstva s matricom. Sve to, kao i biorazgradivost, stavljaju lan ispred mnogih umjetnih vlakana u izradi vlaknima ojačanih kompozita naročito tzv. zelenih kompozita koji se u zadnje vrijeme favoriziraju u automobilskoj industriji [2, 3].

2. Povijest upotrebe kompozitnih materijala u automobilskoj industriji

Prva upotreba kompozita datira još iz 3400. godine prije Krista kad su u Mezopotamiji nastale preteče današnjih šperploča. U drevnom Egiptu, 2000 godina prije Krista, korišten je lan u kombinaciji s gipsom za izradu ritualnih posmrtnih maski, a 1500 godina prije Krista miješanjem blata i slame stvarane su opeke za gradnju (slika 1a). Nešto kasnije, oko 1200. godine prije Krista, Mongoli su izradili kompozitni luk kao jedno od najubojitijih oružja do izuma baruta. Pri tome su koristili kombinaciju životinjskih kostiju, rogova, drva breze i bambusa te svilu i tetive životinja uložene u prirodnu borovu smolu (slika 1b).



Slika 1: Prvi kompoziti: a. opeke u drevnom Egiptu i b. mongolski luk

Iako su kroz povijest poznati brojni primjeri predmeta koje bi se danas moglo nazvati kompozitima, značajniji napredak u razvoju kompozita, posebno vlaknima ojačanih kompozita, dogodio se u 20. stoljeću.

Upotreba kompozita u automobilskoj industriji započela je ranih 1930-ih godina kada je Henry Ford upotrijebio sojino ulje za proizvodnju fenolne smole u koju se uložilo drvo i takav kompozitni materijal primijenio za karoseriju automobila (slika 2a) [4, 5]. Značajan korak, u području kompozita za automobilsku industriju, bio je automobil Chevrolet Corvette, proizveden 1953. (slika 2b), čiji su dijelovi karoserije bili izrađeni od poliesterske matrice ojačane staklenim vlaknima. Početak upotrebe biljnih vlakana u automobilskoj industriji započinje 1950-ih u Istočnoj Njemačkoj kada se počeo proizvoditi Trabant (slika 2c), kojem je karoserija bila napravljena od poliesterske matrice ojačane pamučnim vlaknima.



a.



b.



c.



d.

Slika 2: Kompoziti u automobilskoj industriji: a. Henry Ford; b. Chevrolet Corvette; c. Trabant i d. Pontiac Fiero

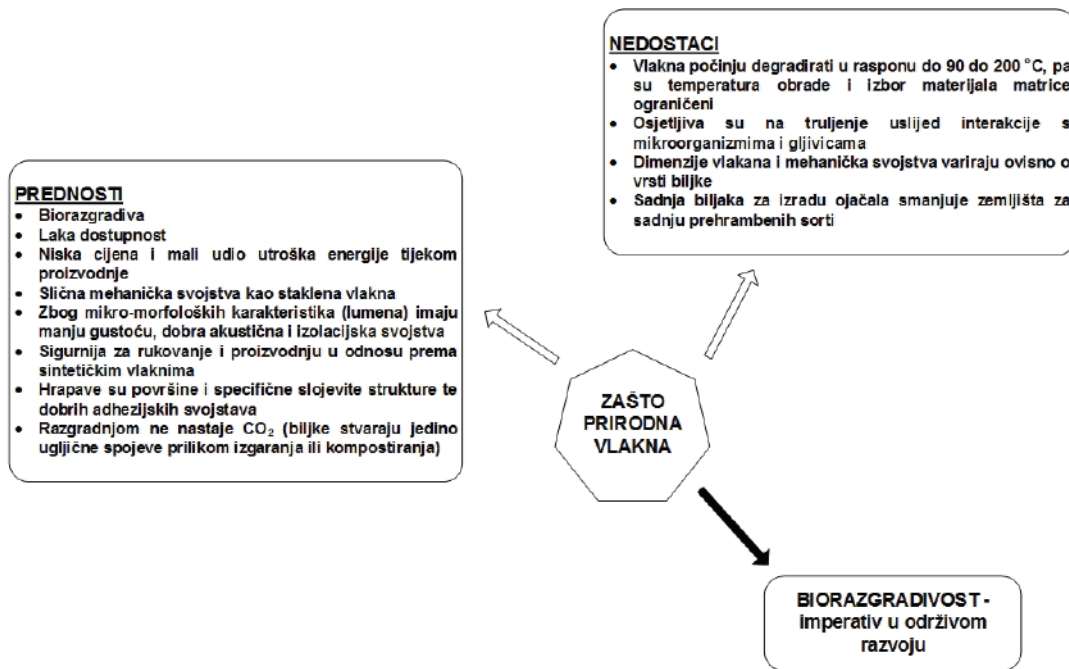
U kasnim 70-im godinama 20. stoljeća, zbog potrebe za većom brzinom (manjom masom automobila), kompoziti se počinju koristiti i u drugim dijelovima automobila poput nosača hladnjaka, potpora za prienos, lisnatih opruga i kotača. Primjer takvog automobila je Pontiac Fiero proizveden 1984. godine (slika 2d) [4, 6].

Danas, u 21. stoljeću, zbog težnje za većim brzinama i manjom potrošnjom goriva, rijetki su dijelovi automobila koji nisu napravljeni od kompozitnih materijala. Naglasak se stavlja, u prvom redu, na iznimna svojstva, ali i na zaštitu okoliša te na mogućnost upotrebe biokompozita kao strukturnih materijala u automobilskoj industriji.

3. Zamjena staklenih vlakana prirodnim

Općenito se može prihvatiti činjenica da se oživljava trend sve veće upotrebe prirodnih vlakana u svim područjima korištenja tekstila, u odnosu na prethodno razdoblje u kojem je zbog velikog zamaha proizvodnje umjetnih vlakana, upotreba prirodnih bila prilično potisnuta. U skladu s time, primjena prirodnih vlakana postaje nezaobilazna i u području vlaknima ojačanih kompozita tzv. „zelenih kompozita“. Za tu svrhu najčešće se upotrebljavaju celulozna vlakna koja sadrže lignin, tj. lignocelulozna vlakna, koja zbog dobrih mehaničkih svojstava, termostabilnosti, obnovljivosti sirovine i biorazgradivosti (slika 3), postaju sve zanimljivija za korištenje u tekstilijama u kojima mogu ravnopravno zamijeniti umjetna vlakna [2, 3, 5].

Upotreba prirodnih vlakana u vlaknima ojačanim kompozitima zbog njihove manje gustoće značajno snižava njihovu ukupnu masu u odnosu na vlaknima ojačane kompozite s umjetnim vlaknima, što u slučaju automobilske industrije znači manju potrošnju goriva, veću brzinu te niže investicijske troškove. Kao primjer mogu se navesti paneli za vrata, koji uz ista svojstva građeni od kompozita ojačanih biljnim vlaknima imaju masu od 5 kg, dok oni ojačani staklenim vlaknima masu od oko 9 kg [3, 5]. Kompoziti ojačani biljnim vlaknima ne samo da pokazuju veću sigurnost prilikom sudara automobila jer nisu kruti i ne lome se već su zbog svojih mikro-morfoloških karakteristika dobri zvučni izolatori čime doprinose udobnosti putovanja.



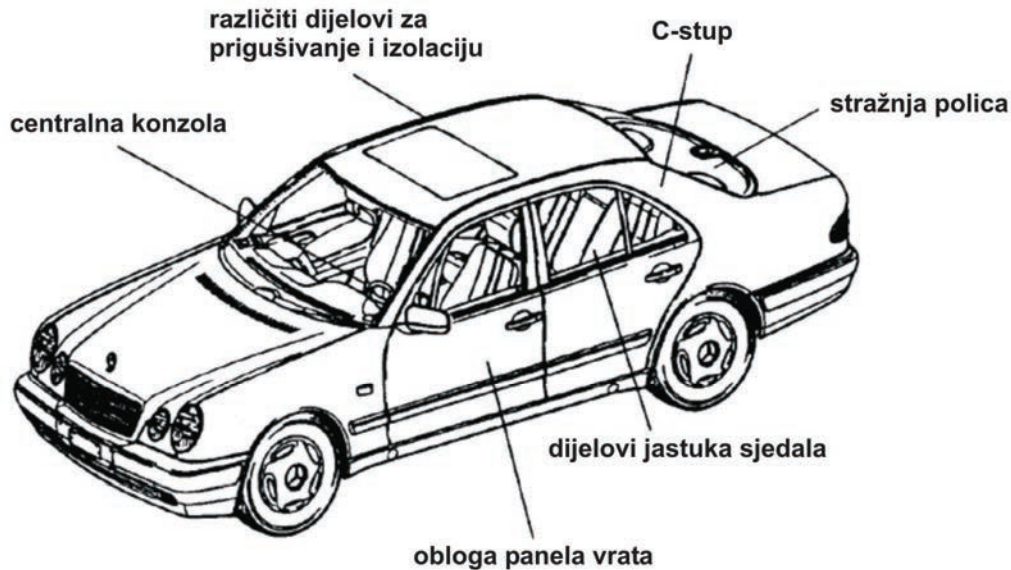
Slika 3: Prednosti i nedostaci upotrebe prirodnih vlakana u kompozitima

Zbog sve veće usmjerenosti prema zaštiti okoliša, ali i sve rigoroznijih zakona i direktiva na području zaštite okoliša, upotreba biljnih vlakana, kao zamjene za staklena vlakna, može se smatrati ekološki povoljnijim rješenjem jer sama proizvodnja biljnih vlakana zahtijeva manju potrošnju energije i to za oko 4 puta u usporedbi s proizvodnjom iste mase staklenih vlakana. S tim u svezi, još je 2000-te godine donesena Europska direktiva 2000/53/EC kojom se utvrđuju mjere koje prvenstveno imaju za cilj sprečavanje stvaranja otpada od vozila i, dodatno, ponovnu upotrebu, recikliranje i ostale oblike uporabe otpadnih vozila i njihovih komponenti kako bi se smanjilo zbrinjavanje otpada, kao i unapređenje djelovanja na okoliš svih gospodarskih subjekata koji se bave vozilima tijekom radnog vijeka vozila, a posebno subjekata neposredno uključenih u obradu otpadnih vozila [7]. Kako su time ujedno preporučene maksimalne količine za zbrinjavanje vozila na kraju njihovog životnog vijeka, ali i povećane stope recikliranja vozila kao i upotrebe recikliranih sirovina u novim proizvodima. Većina tekstilnih komponenata koje se koriste za izradu automobila teško se, a ekonomski ne baš isplativo recikliraju ili nisu pogodne za recikliranje i ponovnu upotrebu. Zamjenom kompozita ojačanih staklenim vlaknima s kompozitima ojačanim prirodnim biljnim, ublažio bi se njihov negativan utjecaj na okoliš. Naime, biljna su vlakna biorazgradiva i lakše ih je oporabiti nakon upotrebe, a lako su dobavljiva jer su poljoprivredni proizvod. Stoga primjena biljnih vlakana u kompozitima za automobilsku industriju naglo raste, cca do 20 % godišnje.

3.1 Lan kao biokompozit u automobilskoj industriji

S razvojem područja tehničkog tekstila raste zanimanje za lanena vlakna kao materijala za izradu biokompozita. Lan ima slična mehanička svojstva kao staklena i neka ugljikova vlakna, ali zbog svojih mikromorfoloških karakteristika (lumena) manje je gustoće, hrapave površine, specifične slojevite strukture, zrakopropustan i apsorptivan te ne uzrokuje alergijske reakcije. Prilikom prerade i upotrebe lignoceluloznih vlakana ne zaostaju nikakvi otpaci, već se svaki dio nakon prerade može iskoristiti. Tako se i kratka vlakna lana smatraju visokovrijednim sastojkom izolacijskih materijala koji se ugrađuju u automobile i razna druga transportna vozila zbog otpornosti na temperature, netaljivosti, male težine i biorazgradivosti. Također, drvenasti se ostaci (pozder) nakon izdvajanja vlakana iz stabljike iskorištavaju za izradu upravljačkih ploča u automobilima [2].

Lanena vlakna kao ojačalo u biokompozitima korištena su već tijekom Drugoga svjetskog rata u izgradnji „Spitfire“ avion. Danas takvi biokompoziti nalaze široku primjenu na području automobilske, avio i građevinske industrije. Mnogi proizvođači automobila (npr. Mercedes-Benz; slika 4) ugrađuju biokompozite s lanenim vlaknima u svoje automobile. Ovi kompoziti posebno su pogodni za izradu unutarnjih dijelova automobila, npr. zamjenjuju staklena vlakna u kompozitima od kojih su izgrađeni unutarnji paneli vrata, pregradne police, nasloni sjedala, pokrov rezervne gume te ostale unutarnje presvlake [2, 5].



Slika 4: Upotreba lanenih vlakana u proizvodnji dijelova za automobil Mercedes-Benz E-Class

4. Zaključak

Jedno od najbrže rastućih područja primjene kompozita, kao strukturnih materijala, područje je transporta, pri čemu najveći dio otpada na automobilsku industriju. S razvojem i širenjem područja primjene kompozita u automobilskoj industriji paralelno raste i zanimanje za kompozite ojačane prirodnim (biljnim) vlaknima. Najviše zanimanje pokazano je za lanena vlakna koja, osim izuzetno povoljnih svojstava, daju izrađenim kompozitima prefiks bio-, što je u današnje vrijeme izuzetno traženo ne samo s ekološkog već i s marketinškog aspekta. Upotreba lanenih vlakana u vlaknima ojačanim kompozitima za automobilsku industriju je u potpunosti opravdana s obzirom na to što se radi o gotovo neograničenom izvoru potpuno prirodne sirovine. Zahtijevaju relativno malu količinu energije pri obradi i proizvodnji stoga su ekološki prihvatljivija od staklenim vlaknima ojačanih kompozita.

Literatura

- [1] Kavadze, E. et al: 30,000-Year-Old Wild Flax Fibers, *Science*, **325** (2009) 11, 1359, ISSN 1095-9203
- [2] Šurina, R.; Andrassy, M. & Vujasinović, E.: Lan – biljka i vlakno kroz stoljeća, *Tekstil*, **58** (2009.) 12, str. 625-639, ISSN 0492 – 5882
- [3] Kalia, S.; Kaith, B.S. & Kaur, I.: Cellulose Fibers: Bio- and Nano- Polymer Composites – Green Chemistry and Technology, Springer, ISBN 978-3-642-17369-1, London, New York, 2011
- [4] Praveengouda Patil: Composites in the Automobile Industry, *Dostupan na:* <http://www.scribd.com/doc/32475280/Composites-in-the-Automobile-Industry>, *Pristupljeno:* 2014-12-10
- [5] Milardović, G.: Kompoziti u automobilskoj industriji, *Polimeri*, **32** (2011.), str. 3-4, ISSN 1846-0828
- [6] Automoto Composites Alliance: History of Automotive Composites, *Dostupan na* <http://www.autocomposites.org/composites101/history.cfm>, *Pristupljeno:* 2014-12-10
- [7] Direktiva 2000/53/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 18. rujna 2000. o otpadnim vozilima

Zahvala

Rad je izrađen u okviru Potpore za 2014. godinu „Odjevni sustavi iz visokoučinkovitih materijala – učinkovita zaštita u akcidentnim situacijama” te projekta 9967 „Advanced textile materials by targeted surface modification“ Hrvatske zaklade za znanost.

Autori:

Doc. dr. sc. Ružica BRUNŠEK; Marijana PAVUNC, mag. ing. techn. text.; Izv. prof. dr. sc. Edita VUJASINOVIĆ
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za ispitivanje materijala, vlakna i ispitivanje tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000, Zagreb, Croatia
Phone: +(385) (1) 3712562 Fax: +(385) (1) 3712599 E-mail: ruzica.brunsek@ttf.hr
+(385) (1) 3712567 marijana.pavunc@ttf.hr
edita.vujasinovic@ttf.hr

PRAĆENJE ALKALITETA PROCESNE VODE I ZAOSTALE LUŽINE NA VITICAMA PAMUČNOG KONCA NAKON MERCERIZACIJE

TRACKING ALKALINITY OF PROCESS WATER AND AMOUNT OF REMAINING LYE ON COTTON TRESS AFTER MERCERIZATION

Tina ČVORIG; Marina IVANŠIĆ; Sandra FLINČEC GRGAC; Ante LAŽETA & Tomo MIOČ

Sažetak: *Opisan je postupak mercerizacije pamučnih vitica proveden u tvornici konca „Unitas“ d.d., Zagreb. Glavni je cilj rada je istražiti količinu zaostale lužine na uzorcima merceriziranog pamučnog konca i pH procesnih voda nakon vrućeg ispiranja u različitim vremenskim intervalima. Iz dobivenih rezultata mjerenja zaostale lužine na pamučnoj končanoj vitici finoće 17 tex x 2 x 3 nakon vrućeg ispiranja jasno je vidljivo da se postupak vrućeg ispiranja može provesti u trajanju od 40 sekundi. Na tako ispranom uzorku izmjerena je količina zaostale lužine mnogo maja od 2,5 % koja je prihvatljiva i ne uzrokuje probleme u ostalim procesima obrade.*

Abstract: *The paper describes the process of mercerization cotton tendrils implemented in a thread factory "Unitas" dd, Zagreb. The main objective of the paper is to investigate amount of remaining alkalis on mercerized cotton thread sample and the pH of process water after a hot rinsing in different time intervals. The results of obtained residual alkali on cotton tendrils fineness 17 tex x 2 x 3, clearly indicate that the procedure of hot rinsing can be carried out for 40 seconds. The amount of residual alkali measured on so-washed sample, is much less than 2.5%, which is acceptable and does not cause problems in other finishing processes.*

Ključne riječi: *mercerizacija, zaostala lužina, pH procesne vode, pamučne vitice.*

Keywords: *mercerization, amount of remaining lye, pH of process water, cotton tress*

1. Uvod

Mercerizacija je značajan proces oplemenjivanja koji se provodi na celuloznim, najčešće pamučnim tekstilijama. Iako je u praksi uvedena još prije više od 100 godina, do danas je ostala nezamjenjiv proces i primjenjuje se na pređama, tkaninama i pletivu od pamuka i njegovih mješavina. John Mercer je 1844. god. ustanovio da se u dodiru s koncentriranim lužinama pamučna tkanina skuplja, bubri, postaje gušća, a uz to povećava joj se apsorptivna moć i čvrstoća. Godine 1890. H. Lowe je otkrio da se istovremenim istezanjem i uranjanjem u lužinu postiže na pamučnoj tkanini trajan i plemeniti sjaj. Na osnovi ovih otkrića počela je 1900. god. industrijska provedba procesa mercerizacije pamučnih proizvoda [1]. Obradom u lužinama mijenja se kristalna struktura celulozne rešetke, kao i odnos između amorfne i kristalne udjela u obrađivanom vlaknu. Nakon ispiranja lužine celuloza ostaje kemijski nepromijenjena, ali s trajno izmijenjenim fizikalnim svojstvima, koja se očituju u povećanju prekidne čvrstoće, apsorptivnosti i sjaja te promjeni mikroskopskog izgleda vlakana. U procesu mercerizacije, koji je proveden u Tvornici konaca „Unitas,“ po završetku obrade nakon ispiranja nije rađena neutralizacija zbog ekonomskih razloga i procesi obrade koji slijede ne zahtijevaju potpuno neutralnu vodu već sadržaj lužine smije biti do 5 %. Jedan od primarnih ciljeva proizvodnje i razvojne strategije je briga o očuvanju okoliša, u skladu s tim izuzetno je važno da sve otpadne vode nakon procesa dorade prolaze potrebnu fizikalno-kemijsku obradu prije ispusta. U pogonu dorade Tvornice konaca „Unitas“ koristi se proces pročišćivanja vode reverznom osmozom, čijim se učinkom demineralizirana voda vraća natrag u proces mercerizacije. Tehnologija reverzne osmoze je ekološki prihvatljiva. Njene prednosti su mali prostorni zahtjevi, niski operativni troškovi, niski troškovi održavanja i jednostavan rad [2].

2. Eksperimentalni dio

2.1 Materijal

Za ispitivanje su korištene 100 % pamučne vitice trgovačkog naziva Zambello Group, finoće 17 tex *2*3 i smjera uvijanja Z izrađene u tvornici konca „Unitas“ d.d., Zagreb

Tablica 1: Opis korištenih oznaka uzoraka

Oznake uzoraka	Opis oznaka
17_S	sirova pamučna vitica finoće 17 tex x 2 x 3
17_M	mercerizirana pamučna vitica finoće 17 tex x 2 x 3 bez ispiranja vodom
17_30	mercerizirana pamučna vitica finoće 17 tex x 2 x 3 ispirana vrućom vodom nakon 30 sekundi
17_40	mercerizirana pamučna vitica finoće 17 tex x 2 x 3 ispirana vrućom vodom nakon 40 sekundi
17_50	mercerizirana pamučna vitica finoće 17 tex x 2 x 3 ispirana vrućom vodom nakon 50 sekundi

2.2 Metode

2.2.1. Postupak mercerizacije

Mercerizacija je provedena u tvornici konca „Unitas“ d.d., Zagreb, na stroju za merceriziranje vitica. Za mercerizaciju je korištena 24 - 25 %-tna natrijeva lužina, uz rasteg od 2 %. U završnoj fazi postupka vitice su ispirane vrućom vodom temperature 79 °C u vremenskim intervalima od 30 s, 40 s i 50 s. U postupku provedbe mercerizacije uzeti su uzorci za daljnja istraživanja prije samog ispiranja vitica vodom, zatim nakon svakog ispiranja vitica u svrhu optimiranja trajanja procesa ispiranja s obzirom na dopušteni sadržaj lužine u končanoj pređi nakon procesa mercerizacije.

2.2.2. Određivanje reprize pamučnih vitica

U prethodno osušenu i izvaganu posudu stavi se oko 0,5000 mg uzorka, poklopi i izvaži. Zatim se posuda sa uzorkom stavlja u sušionik koji je prethodno ugrijana na 105 °C. Uzorak se suši 24 sata. Ohlađen, osušen uzorak se važe i određuje se zaostala količina vlage u uzorku prema formuli:

$$R = G \cdot 100 / M [\%] \quad (1)$$

G - gubitak na masi kod sušenja [mg]

M – masa suhog uzorka [mg]

2.2.3. Određivanje lužine u viticama kiselo-baznom titracijom

Određivanje postotka lužine zaostale u pamučnom koncu nakon provedenih točno definiranih faza procesa mercerizacije te nakon obrade vitica u destiliranoj vodi uz mućkanje vršena je titracija HCl-om ($c = 0,02$ mol/l) i NaOH ($c = 0,02$ mol/l) uz dodatak 0,5 %-tnog fenolftaleina u funkciji indikatora. Iz očitanih volumena utrošene klorovodične kiseline i natrijeve lužine računa se postotak zaostale lužine na viticama prema formuli:

$$\% \text{ NaOH} = m \cdot 100 / D \quad (2)$$

m – ukupna masa lužine na vitici [mg]

D – masa suhog uzorka [mg]

2.2.4. Praćenje alkaliteta otopina

Metoda praćenja alkaliteta procesne vode u različitim fazama provedbe mercerizacije pamučnih vitica korištena je za optimiranje duljine vrućeg ispiranja. Alkalitet procesne otpadne vode nakon provedenog ispiranja praćen je pH-metrom.

2.2.5. Furierova transformacija infracrvenog spektra (FTIR)

Fizikalno-kemijske strukturalne karakteristike celuloznih vitica istražene su s Furierovom transformacijom infracrvenog spektra (FTIR) (Perkin Elmer, software Spectrum 100) u ATR tehnici. Za svaki uzorka snimljena su četiri scena pri rezoluciji od 4 cm^{-1} između 4000 cm^{-1} i 450 cm^{-1} .

3. Rezultati i rasprava

Kako bi se što bolje pratila svojstva pamučne vitice u pojedinim fazama provedbe mercerizacije, na viticama je određivana repriza te su dobiveni rezultati prikazani u tablici 2. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da sirova pamučna končana pređa ima reprizu između 4 i 5 %.

Tablica 2: Prikaz rezultata reprize vitica

Oznake uzorka	m prazne posudice, g	m posudica + uzorak, g	m uzorak, g	D, g	m gubitak mase kod sušenja, g	R, %
17_S	130.3558	130.8576	0.5018	0.4806	0.0212	4.41
17_M	53.8405	54.3384	0.4979	0.3264	0.1715	52.54
17_30	32.2410	32.7426	0.5016	0.3922	0.1094	27.89
17_40	108.4432	108.9592	0.5160	0.4156	0.1004	24.16
17_50	104.5094	105.0004	0.4910	0.4219	0.0691	16.38

D- masa suhog uzorka

Uzorci pamučne končane pređe uzorkovani u različitim fazama mercerizacije pokazuju povećanje reprize, a najveće povećanje od 52,54 % vidljivo je kod pamučne končane pređe nakon obrade u natrijevoj lužini. Nakon završenog postupka mercerizacije što uključuje vruće i hladno ispiranje (ukupno u trajanju 60 s za sve uzorke) uzorci pokazuju smanjenje reprize što se može povezati s uklanjanjem natrijeve lužine i vraćanjem celuloze iz hidroksi celuloze u celulozu. Srednje vrijednosti od pet mjerenja postotaka lužine zaostale na uzorcima finoće 17 tex x 2 x 3 uzetim u pojedinim fazama mercerizacije prikazane su u tablici 3.

Tablica 3: Postotak lužine zaostao na uzorku finoće 17 tex x 2 x 3 uzetom u pojedinim fazama mercerizacije

Oznaka uzorka	m uzorka, g	V _{HCl} , ml	V _{NaOH} , ml	Zaostala NaOH u viticama nakon mućkanja 60min, %	Zaostala NaOH u viticama, %
17_S	0.507	0.7	0.2	0.08	0.08
17_M	0.509	256.2	1.6	40.13	17.20
17_30	0.510	15.9	0.3	2.46	2.08
17_40	0.504	12.7	0.5	1.93	1.04
17_50	0.505	9.0	0.3	1.40	0.88

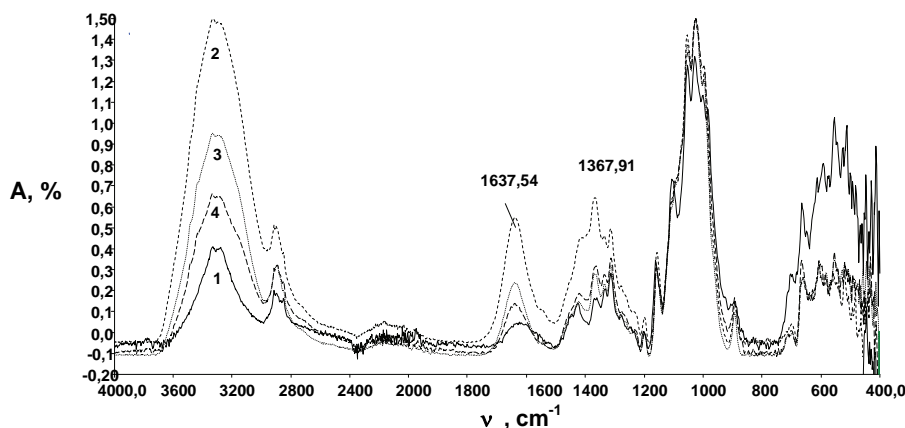
Postotak zaostale lužine u vitici finoće 17 tex x 2 x 3 bez ispiranja iznosi 17.20 %. Postotak lužine je vrlo visok jer nije bilo naknadnog ispiranja vitica vodom. Dok kod vrućeg ispiranja vodom u trajanju od 30 sekundi postotak lužine pada na 2.08 %. Daljnjim produljenjem vrućeg ispiranja postotak lužine je sve manji te nakon 40 sekundi iznosi 1.04 %, a nakon 50 sekundi 0.88 %. Iz rezultata dobivenih nakon mućkanja vitice u vodi u trajanju od 60 min vidljiv je porast količine zaostale lužine, što upućuje na veću količinu zaostale lužine u samom središtu vitica.

Tablica 4: Prikaz rezultata pH vrijednosti frakcija procesne vode uzetih u pojedinim fazama pri provođenju procesa mercerizacije pamučnih vitica različitih finoća

Oznake finoća obrađivanih uzoraka	Ispiranje	vrijeme ispiranje, s	pH	T, ° C
17 tex x 2 x 3	Vruće	30	13.40	17.8
		40	13.45	17.1
		50	13.48	17.0
17 tex x 2 x 3	bez ispiranja		14	16.1

Iz rezultata pH vrijednosti procesne vode nakon postupaka vrućeg i hladnog ispiranja prikazanih u tablici 4, vidljiva je visoka lužnatost procesne vode. Najmanja lužnatost vode vidljiva je nakon provedenog procesa vrućeg ispiranja u trajanju od 30 s što se može povezati s većom količinom zaostale lužine u samim viticama.

Kemijsko strukturalne karakteristike celuloznih vitica istražene su s Furierovom transformacijom infracrvenog spektra (FTIR) (Perkin Elmer, software Spectrum 100) u ATR tehnici te su dobiveni spektri prikazani na slici 1. Svi dobiveni spektri u pojedinim serijama normalizirani su pri valnom broju 1200 cm⁻¹. Istaknuti su valni brojevi spektra celuloze na kojima je u procesu mercerizacije došlo do vidljivih promjena. Najveće promjene vidljive su na spektralnim vrpčama uzoraka nakon vrućeg ispiranja u trajanju od 30 sekundi. Razlog tome je zaostajanje veća količina lužine na uzorku koja utječe na vibracije unutar pojedinih skupina celuloznog lanca u smislu mijenjanja intenziteta. Veće promjene kod merceriziranih uzoraka su vidljive u području valnog broja 1639 cm⁻¹ koji odgovara vibracijama unutar OH skupine adsorbirane vode.



Slika 1: FT-IR analiza uzorka pamučne pređe finoće 17 tex x 2 x 3: 1 – 17_S ; 2 – 17_30; 3 – 17_40; 4 – 17_50

Također su vidljive promjene u intenzitetu pikova na području valnog broja od 1370 do 1360 cm^{-1} što ukazuje na savijanje unutar CH_2 na C-6 atomu aromatskog prstena celuloze, a uzrokovano promjenom kristalne rešetke celuloze uslijed djelovanja lužine [4].

4. Zaključci

Praćenjem zaostale lužine na pamučnoj končanoj vitici finoće 17 tex x 2 x 3 nakon obrade u natrijevoj lužini i vrućeg ispiranja u trajanju od 30, 40 i 50 sekundi, možemo zaključiti da već nakon 30 sekundi vrućeg ispiranja vitica sadrži malu količinu zaostale lužine koja je manja od 2,5 % i kao takva prihvatljiva je za primjenu u daljnjim procesima obrade. Gledajući proces određivanja postotka zaostale lužine nakon naknadnog mućkanja od 60 minuta iste vitice vidljivo je da je količina zaostale lužine porasla i iznosi 2,46 % što ukazuje da je dio lužine zaostao zarobljen u središtu vitice. Nakon dužeg vremena vrućeg ispiranja količina zaostale lužine na pamučnim viticama je znatno manja, no naknadnim mućkanjem u trajanju od 60 s zabilježen je porast zaostale NaOH, ali bez obzira na to izmjereni postotak je znatno ispod 2,5 % te ne bi trebao smetati u daljnjim procesima oplemenjivanja. S obzirom na trend današnjice da se procesi obrade i proizvodnje vrše u skladu s ekološkim i ekonomskih normativima, možemo zaključiti da se trajanje vrućeg ispiranja kod pamučnih končanih vitica finoće 17 tex x 2 x 3 može podesiti na 40 sekundi.

Fizikalno-kemijskom analizom FTIR-ATR spektrometrom utvrđene su promjene u području od 1500 do 800 cm^{-1} valnih brojeva što upućuje na promjene unutar celuloze kod vitica koje su podvrgnute mercerizaciji, a koje su uzrokovane promjenom u samoj strukturi koja je vezana uz promjenu celuloze I u celulozu II kao i promjene koje su nastale uslijed veće količine zaostale lužine u unutrašnjosti vitica [4].

Literatura

- [1] Soljačić, I. & Žerdik, M.: Osnovi mercerizacije pamuka, *Tekstil*, **17** (1968) 6, str. 495-520, ISSN 0492-5882
- [2] Soljačić, I. i sur.: O mercerizaciji pamuka, *Tekstil*, **36** (1987) 3, str. 123-130, ISSN 0492-5882
- [3] Marsh, J. T.: *Mercerising*, Chapman & Hall Ltd., London, (1951), str. 185-202
- [4] Oh, S. Y. et al: Crystalline structure analysis of cellulose treated with sodium hydroxide and carbon dioxide by means of X-ray diffraction and FTIR spectroscopy, *Carbohydr Res*, **31** (2005) 340 (15), str. 2376-2391, ISSN 0008-6215

Autori:

Tina ČVORIG, Marina IVANŠIĆ, Doc. dr. sc. Sandra FLINČEC GRGAC
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 4877 358 Fax: +(385) (1) 4877 352

E-mail: sflincec@ttf.hr
tinacvorig@hotmail.com
mina.248@hotmail.com

Dipl. inž. Ante LAŽETA; Dipl. inž. Tomo MIOČ
Tvornica konaca „Unitas“
Gradišćanska 24
Tel: +(385) (1) 3777 465 Fax: +(…) (…)

E-mail: tomomioc@gmail.com

DIZAJN FUNKCIONALNE ŽENSKE OBUĆE INSPIRIRANE ARHITEKTUROM ANTONIJA GAUDIJA

DESIGN OF A FUNCTIONAL WOMEN'S FOOTWEAR INSPIRED BY ARCHITECT ANTONIO GAUDI

Karla DOBRANIĆ & Suzana KUTNJAK-MRAVLINČIĆ

Sažetak: U ovom je radu prikazan proces od ideje, dizajna kolekcije ženske obuće do realizacije odabranih modela ženskih sandala i cipela. Cjelokupni proces sastoji se od niza faza: oblikovanja kolekcije, tehnološke pripreme te tehnoloških procesa krojenja, šivanja, montaže i dorade. Ideja o radu razvila se iz želje za stvaranjem funkcionalne ženske obuće atraktivnog dizajna te je kao inspiracija odabrano djelo Antonija Gaudija arhitekta art nouveau poznatog po originalnom stilu i iznimno osobnom dizajnu. Cjelokupni proces započinje kreativnom igrom od istraživanja, izgrađivanja i razrade zamišljene ideje kroz brojne skice i crteže obuće te razvoja odabranih modela. Dizajnerska igra dovela je do realizacije ženske cipele i sandale koje su zadovoljile željeni atraktivni izgled i ostale čimbenike nužne u industrijskom oblikovanju obuće, funkcionalnost te ergonomski i tehnički aspekt.

Abstract: This paper presents a description that starts with an idea and leads to the complete design of women's shoe collection and the realization of chosen models of women's sandals and shoes. This whole process consists of a couple of phases: designing of the collection, technological preparations and the process of tailoring, sewing, montage and finishing the final touches. The idea was to create a functional women's footwear with an attractive design. The inspiration for this design was an art work by Antonio Gaudí, an architect of art nouveau, famous for its original style and a remarkably personal design. This whole process starts with a creative 'game' of research and building an imagined idea through many sketches and drawings and continues which results in development of the chosen models. This designers 'game' has led to the realization of a women's shoe and sandal and achieved a desired look and other factors necessary for the footwear shaping, functionality as well as ergonomic and a technical aspect.

Ključne riječi: dizajn obuće, secesija, kolekcija, razvoj modela.

Keywords: footwear design, secession, collection, model's development.

1. Uvod

Danas je skoro nemoguće zaobići modu i aktualne trendove, dio su naše svakodnevnice i nameću se sa svih strana, diktiraju estetiku određenog vremena i prisutni su u gotovo svim artefaktima. Široka i mnogobrojna ponuda na tržištu te sve zahtjevnije često i individualizirane želje i potrebe konačnih potrošača postavljaju pred dizajnera sve više kriterije te je izuzetno značajno, ponekad čak i nužno, za konačan uspješan plasman na tržištu razviti i prepoznatljivu osobni stil. Kao inspiracija za dizajn kolekcije ženske obuće prikazane u radu odabrano je jedno od najvećih i najupečatljivijih djela Antonija Gaudija Casa Batlló koji je prepun primjera modernističke arhitekture. Secesija stilski pravac u umjetnosti inspiriran je prirodom te u arhitekturu unosi elegantnu profinjenost zakrivljenih i ornamentalnost plošnih linija [1]. Cilj oblikovanja ove kolekcije obuće je prenijeti dio te dekorativnosti na funkcionalnu raznovrsnu obuću kombinacijom nepravilnih plošnih oblika krojnih dijelova koristeći prirodne kože atraktivnih naličja. Osmišljavanje autorskih modela započinje kreativnom igrom potaknutom odabranom inspiracijom nizom idejnih skica i brojnih crteža, odabirom najuspješnijih rješenja te razradom prema postavljenim ili odabranim kriterijima. U nastavku rada prikazan je proces od dizajniranja kolekcije, razvoja odabranih modela ženske cipele i sandale, modeliranja kroja prema odabranom kalupu te izrada uzoraka kroz tehnološke procese krojenja, šivanja, montaže i dorade.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Inspiracija Casa Batlló

Dizajner dolazi do inspiracije na više različitih načina; koristeći odabrane poticaje nevezane uz artefakt koji kreira, spontanom igrom, promišljanjem vezanim uz konkretne materijale, kroj ili kalup, ili ga jednostavno nadahnjuju aktualni trendovi i modne smjernice. Za osmišljavanje ove kolekcije nadahnuće je Casa Batlló (1905. — 1907.) slika 1a. djelo Antonija Gaudija iz razdoblja secesije; Art Nouveau u Francuskoj i Belgiji, Modernismo u Španjolskoj, Jugendstil u Njemačkoj, stilskog pravca u umjetnosti koji je dosegnuo

vrhunac u kasnom 19. i početkom 20. stoljeća. Stil inspiriran prirodom u arhitekturu, primijenjenu umjetnost, slikarstvo i kiparstvo unosi elegantnu profinjenost zakrivljenih i ornamentalnost plošnih linija. Gaudijeva djela odražavaju individualiziran i prepoznatljiv organski stil što je kulminiralo remek-djelima arhitekture [1]. Mekano oblikovanje i reljefnost daju volumenu skulpturalni karakter, a upotrebom različitih materijala; željeza, keramike, stakla, ornamentalno obrađenih i šarenim mozaicima stvoreni su slikarski efekti. Ornament nije nadodan, već je jedinstven s prostorno-plastičnim konceptom zgrade [2].

2.2 Dizajn kolekcije ženske obuće

Glavna nit vodilja dizajniranja kolekcije je krivulja kojom se naglašava asimetrija krojnih dijelova ujedno i prepoznatljiv element koji povezuje cijelu kolekciju. Pri razradi idejnih skica promišlja se i usklađuju estetske komponente s funkcionalnim, tehničkim i ekonomičnim kriterijima. Odabiru se kalupi, pripadajući đonovi i potpetice, materijali i repromaterijali. Kolekciju čine raznovrsni modeli ženske funkcionalne obuće slike 1b, c, d, e, f, g, h koji daju mogućnost izrade limitirane serije, no isto tako se prema potrebi mogu prilagoditi i većoj serijskoj proizvodnji. Iako je naglasak na estetskom izgledu, velika pažnja se posvećuje funkcionalnosti i ergonomskim zahtjevima što se rješava izborom kvalitetnih i dekorativnih materijalima i visinama donjišta. Na kraju se odabiru samo skice koje zadovoljavaju željene ili postavljene parametre.



Slika 1: Kolekcija ženske funkcionalne obuće: a. inspiracija za dizajn kolekcije, zgrada *Casa Batlló*, Barcelona, Anoní Gaudi; b – h. crteži kolekcije ženske obuće: sandale, cipele s povišenom i ravnom petom, polučizmice i čizme

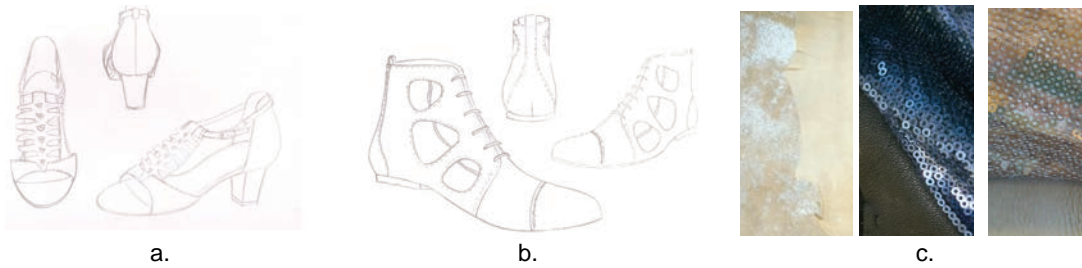
Kolekcija prikazanih primjera ženske obuće predstavlja i moguću osnovu za daljnju razradu i razvoj. Pojedini modeli mogu se prilagoditi određenim zahtjevima ili ako je potrebno „približiti“ aktualnim modnim trendovima upotrebom raznovrsnih materijala; prirodnih i umjetnih koža ili tekstilija određenih tekstura i modnih boja, modeliranjem kroja odabranog idejnog rješenja prema zadanom kalupu ili prema zahtjevima namjene, sezone ili ciljane skupine konačnih korisnika.

2.3 Materijali

Materijali su birani na temelju estetskog izgleda jer su sastavni dio inspiracije i idejnog koncepta dizajna kolekcije. Odabrani su kozji veluri koji se osim u boji i teksturi razlikuju i po doradi. Crni velur daje pun, elastičan, baršunast i mekan izgled, a bež je nejednoličnog srebrnog otiska. Dovršavanje takvih osnovno obojanih koža vrši se brušenjem mesne strane, lica kože, čime nastaju “dlačice” ujednačene visine i gustoće. Kao kontrast dodao se i umjetni materijal s perlicama koji vizualno daje atraktivan blještav izgled sl. 2b. Kako bi se zadovoljili zahtjevi udobnosti obuće i podstavna koža mora imati odgovarajuća svojstva kao što su elastičnost, mekoća, čisto glatko lice, otpornost na znoj, postojanost boje na znoj, vlagu i temperaturu, te propusnost vodene pare i zraka. Korištene su kozje podstavne kože koje moraju biti dobro prošavljene, umjereno maščene i dobro isprane [3].

2.4 Razvoj odabranih modela za realizaciju

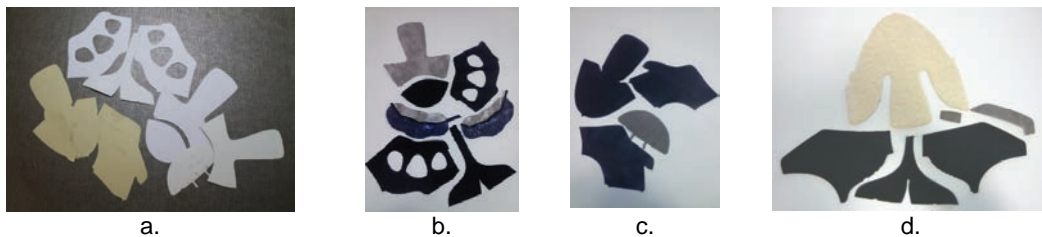
Razradom ideje planirano je oblikovanje i realizacija dvaju modela ženske obuće, sandale na povišenu petu od 5 cm i visoke cipele od prirodne kože s ravnim đonom i petnim povišenjem od 2 cm slike 1b, e. Prema odabranim kalupima, potpeticama i đonovima izrađuju se projektni crteži s razrađenim svim detaljima i tehničkim elementima nužnim za daljnji proces razvoja modela.



Slika 2: Projektni crteži: a. sandale na povišenu petu od 5 cm; b. visoke cipele od prirodne kože s ravnim đonom i petnim povišenjem od 2 cm i c. uzorci materijala

2.5 Modeliranje, konstrukcija i izrada šablona

Prema odabranom kalupu modelar prenosi crtež na kopiju kalupa i izrezuje krojne dijelove. Krojni dijelovi se kroje od visoko kvalitetnih koža i materijala koji se tehnologijom izrade spajaju u gornjište. Dijelovi donjišta, kao i visina pete od 2cm kod cipele, zaslužni su za rješavanje anatomske i ergonomске problematike.



Slika 3: Iskrojeni krojni dijelovi: a. lica i podstave cipele; b. lica gornjišta; c. podstave i d. međuplatna

3. Rezultati i rasprava

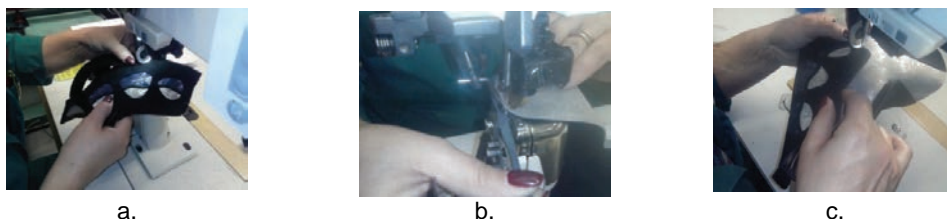
Tehnološki proces proizvodnje obuće u industriji odvija se prema tehnološkim fazama; krojenje, šivanje, montaža i dorada.

3.1 Tehnološki proces krojenja

Kod krojenja potrebno je pratiti smjer istezanja kako ne bi došlo do deformacije cipela prilikom nošenja. Nakon iskrojavanja prema šablonama, krojni dijelovi se pripremaju za šivanje tako da se cijepaju, numeričko označavaju te porubno označuju kako bi se pojednostavila organizacija rada u samom procesu šivanja [4].

3.2 Tehnološki proces šivanja

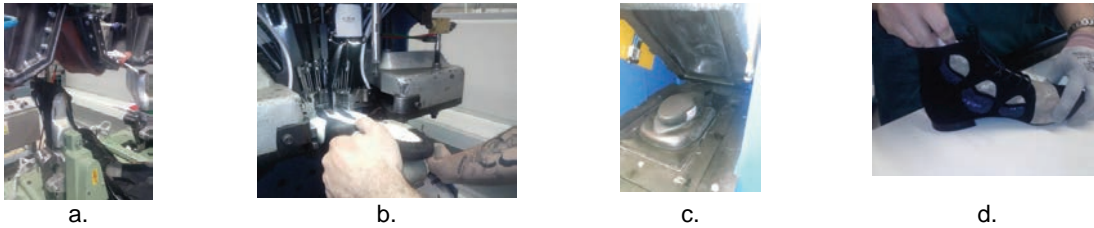
Prije šivanja potrebno je zalijepiti potrebna pojačanja i podvinuti rubove. Ručnim šivanjem s voštanim koncem spajana je kapica s oglavkom. Prije samog šivanja lubni remenac se lijepi po oznakama. Iskrojeni materijal s perlicama rubno se spaja paspulom koji se naknadno podvije i oblikuje zatvoreni rub. Posebno se kašira oglavak, a posebno sarice na podstavu tako da su to dva zasebna elementa koja se spajaju kad se šiva derby.



Slika 4: Tehnološke operacije šivanja: a. šivanje lubnog remenca; b. kantiranje i c. šivanje zapora

3.3 Tehnološki proces montaže

Gornjište u montažu dolazi s provučenom i pričvršćenom vezicom kako bi se kod navlačenja prilagodilo kalupu. Nakon cvikanja gornjišta s formiranim lubom na temeljnu tabanicu, koja se prethodno pričvrstila na odabrani kalup, slijedi fiksiranje đona. Prije fiksiranja potrebno je brušenjem upusta pripremiti gornjište za fiksiranje na gumeni đon. Najmodernija tehnologija montaže koristi ljepila na bazi vode što pridonosi zaštiti okoliša i ekološki prihvatljivijeg proizvoda.



Slika 5: Tehnološke operacije montaže: a. formiranje luba; b. strojno cvikanje; c. fiksiranje đona i d. završna dorada

3.4 Tehnološki proces finiiranja

Finiiranje gornjišta obavlja se bez kalupa, s prikladnim sredstvima uklanjaju se svi popratni tragovi iz šivaone, ulaže se uložna tabanica i umeću vezice. Završno se cipela puni papirom i pakira u kutiju.



Slika 6: Fotografije realiziranih modela ženske sandale i cipele

Realizirane su funkcionalne i ergonomski oblikovane ženske sandale i cipele atraktivnog dizajna. Ručno šivanje s voštanim koncem zahtijeva duže vrijeme izrade pa time raste i cijena proizvoda, međutim ako se zamijeni strojnim postiže se brža izrada time i pristupačnija cijena. Dakle, ovisno o izboru materijala i načinu sastavljanja pojedinih dijelova mogu se zadovoljiti dva različita pristupa u proizvodnji.

4. Zaključak

Kreativnom igrom nadahnutom djelom Antonija Gaudija, *Casa Batlló* dizajnirana je kolekcija ženske obuće od sandala, cipela, polučizmica te čizama. Kolekcija predstavlja i moguću osnovu za daljnju razradu i razvoj prema specifičnim zahtjevima, mogu se realizirati manje serije ili prilagodbom približiti masovnoj proizvodnji. Razvijeni i realizirani modeli sandale i cipele oblikovani su poštujući sve zahtjeve struke s naglaskom na usklađenosti estetskih, funkcionalnih i ergonomskih kriterija. Odabir kozjeg velura kontrastnih boja i doradenih lica bio je ispravan, kako s estetskog aspekta tako i za samu konstrukciju te postizanja ugodne, lagane i anatomski prilagođene cipele. Cilj realiziranih modela bio je ne samo zadovoljiti postavljene dizajnerske zahtjeve, prenijeti dio secesijske dekorativnosti na žensku obuću već uspješno uskladiti sve zahtjeve koje nameće tržište, a rezultat su atraktivne, kvalitetne, udobne i ergonomski dizajnirane sandale i cipele.

Literatura

- [1] EDITORIAL ESCUDO DE ORO: *Barcelona*, ISBN 84-378-1639-4, Dep.Legal B.2091-1997
- [2] Damjanov, J.: *Likovna umjetnost 2*, Školska knjiga, ISBN 953-0-20203-2, Zagreb, (1994)
- [3] Akalović, J.: *Predavanja iz kolegija Osnove obrade kože*, Tekstilno tehnološki fakultet.
- [4] Vizjak, D.: *Predavanja iz kolegija Tehnologija proizvodnje obuće I i II*, Tekstilno tehnološki fakultet.

Zahvala

Zahvaljujemo tvrtki PROIZVODNJA PG d.o.o., Prelog, direktoru Bojanu Režonji i voditeljici proizvodnje Ružici Štabi-Namjesnik na korištenju resursa i opreme.

Autor(i):

Karla DOBRANIĆ; studentica 3. godine
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Stručni studij u Varaždinu
V. Nazora 4, Novo Selo Rok, HR-40000 Čakovec
Tel: +(385) (95) 863 3041 Fax: +(…) (…)

E-mail: dobrakarla@gmail.com

Suzana KUTNJAK-MRAVLINČIĆ, magistra inženjerka tekstilne tehnologije i inženjerstva

Stjepana Vukovića 4, HR-42000 Varaždin
Tel: +(385) (98) 557063

Fax: +(…) (…)

E-mail: suzana.mravlincic@gmail.com

PRIMJENA NOVIH TEHNOLOGIJA PRI PRODAJI GOTOVIH PROIZVODA U ODJEVNOJ INDUSTRIJI

APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES IN FINAL PRODUCT SALES FOR CLOTHING INDUSTRY

Isak KARABEGOVIĆ; Edina KARABEGOVIĆ; Mehmed MAHMIĆ; Ermin HUSAK

Sažetak: Nove su tehnologije u industriji neophodne i predstavljaju sastavni dio svake automatizacije proizvodnog procesa, kao i prodaje gotovih proizvoda u odjevnoj industriji. Nove tehnologije bitno povećavaju učinkovitost i stupanj iskorištenosti postojeće opreme, osiguravajući na taj način veću ekonomičnost samog proizvodnog procesa, kao i prodaju gotovih proizvoda. Stalnom modernizacijom i automatizacijom od proizvodnje do prodaje gotovih proizvoda, a posebice u odjevnoj industriji kao i u ostalim industrijskim granama, uvjeti za primjenu novih tehnologija postaju sve zahtjevniji i složeniji. Uvjeti za povećanje primjene novih tehnologija su takvi da se od njih očekuje: veća fleksibilnost, povećanje produktivnosti, povećanje kvalitete proizvoda, te suradnja s kupcem u cilju povećanja prodaje gotovih proizvoda. U radu su prikazani novi koncepti prodaje u odjevnoj industriji kako u trgovačkim centrima tako i online kupovini odjevnih predmeta. Primjenom novih tehnologija pri prodaji gotovih proizvoda u odjevnoj industriji, tvrtke ostvaruju dvije prednosti. Smanjuju troškove prodaje gotovih proizvoda i postotak povrata prodanih odjevnih artikala.

Abstract: New technologies are crucial in each industry branch and are an integral part of production process automation as also part of finished products sales, including the sale of finished products in clothing industry. They significantly increase efficiency and degree of the existing equipment exploration, ensuring better economy of the manufacturing processes and also final products. Permanent modernization and automation from production processes to the final product sales, especially in the clothing industry and other industrial branches, the application of new technologies are becoming more demanding and complex. Expected improvements of new technologies implementations are: higher flexibility, increased productivity, higher product quality and cooperation with the customer in order to increase sales of final products. In this paper new concept in shopping centres sale and on – line sale of clothing are presented. The application of new technologies in sales of final products in the clothing industry branded companies achieves two benefits: reduction of the costs of final products in clothing industry and decreased percent of returned clothing articles to the company.

Ključne riječi: nove tehnologije, odjevna tehnologija, prodaja, robot lutka, online kupovina.

Keywords: new technologies, clothing technologies, sale, robotic doll, on – line shopping.

1. Uvod

Nove tehnologije su multidisciplinarne znanstvene discipline koje objedinjuju mnoga sustavna znanja kao što su inženjerska mehanika, elektrotehnika, informacijske tehnologije, industrijski inženjering, ergonomija i marketing, a zbog svog velikog značenja u postindustrijskom društvu, zadiru i u područje medicine, ekonomije, sociologije, filozofije i umjetnosti [1-11]. Automatizacijom i modernizacijom kako proizvodni procesa, tako i procesa koji se odnose na prodaju gotovih proizvoda i njihovom fleksibilnošću te zahtjevima za stalnom promjenom u spomenutim procesima, uloga novih tehnologija postaje sve složenija s trendom povećanja primjene od sirovine do prodaje gotovih proizvoda. Razvoj novih tehnologija i korištenje novih materijala u tekstilnoj industriji, zahtijeva nove proizvodne linije, kao i načine plasiranja gotovih proizvoda. Rastuća potražnja za alternativnim izvorima energije (proizvodnja solarnih ćelija) povećat će primjenjivanje tehnologija kako u proizvodnji tako i u prodaji gotovih proizvoda u odjevnoj industriji. Raznolikost primjene novih tehnologija je u porastu, a to zahtijeva fleksibilnu automatizaciju u tekstilnoj, prehrambenoj, farmaceutskoj i električnoj/elektroničkoj industriji te smanjenje vremena izrade i prodaje gotovih proizvoda sa stalno visokom kvalitetom. Iz dana u dan pratimo tehnološka poboljšanja fleksibilnosti, točnosti, sigurnosti i pojednostavljenja upotrebljivanih tehnologija. Srednja i mala poduzeća počat će koristiti fleksibilnu automatizaciju uvođenjem novih tehnologija kako bi bila konkurentna na tržištu. Razvojem informatičke znanosti dolazi do promjena i uvođenja novih tehnologija, koje dovode do raznih funkcionalnih rješenja i većih mogućnosti primjene od proizvodnje do prodaje. Razvojem senzorske tehnologije može se govoriti o povećanoj primjeni novih tehnologija u procesima proizvodnje tekstila i proizvoda od tekstila, odnosno tekstilnoj industriji. U ovom ćemo radu analizirati primjenu novih tehnologija pri prodaji gotovih proizvoda u odjevnoj tehnologiji.

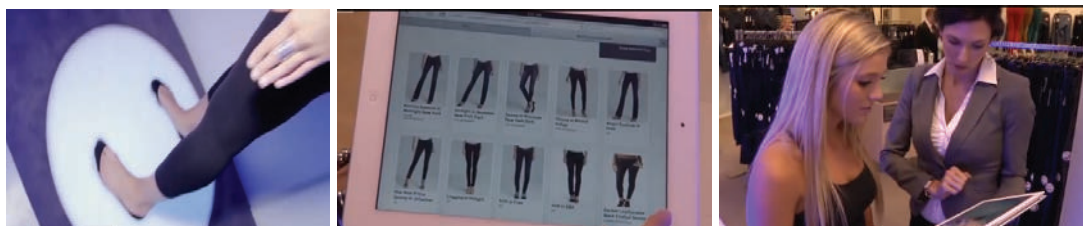
2. Primjena novih tehnologija pri prodaji gotovih proizvoda u odjevnoj industriji

Kao što je poznato odjevna industrija sastoji se od četiri sektora: prvi je sektor proizvodnja sirovina (proizvodnja vlakana i tekstila, kao kože i krzna), drugi je sektor proizvodnja i dizajn odjevnih predmeta (dizajneri, proizvođači, proizvođači odjevnih predmeta, i drugi), treći sektor predstavlja maloprodaju i četvrti sektor u odjevnoj industriji predstavljaju različiti oblici oglašavanja i promocija gotovih proizvoda. Svi sektori odjevne industrije su odvojeni, ali međusobno ovisni sektori koji se moraju promatrati integralno jer im je zajednički cilj udovoljiti tržištu, odnosno kupcu odjevnih proizvoda. Sudionici u sva četiri sektora odjevne industrije imaju samo jedan cilj, a on se sastoji u tome da zadovolje kupca i ostvare profit, održe tvrtku, koja se bavi odjevnom industrijom, profitabilnom i konkurentnom na tržištu. U radu će se govoriti o trećem sektoru u odjevnoj industriji, a to je maloprodaja. Treći sektor odjevne industrije ima cilj udovoljiti kupcu: prihvatljivom cijenom odjevnog predmeta, dobrim i širokim spektrom dizajna, zadovoljavajućom kvalitetom različitih materijala, širokim spektrom boja i na kraju antropometrijskom dimenzijom odjevnih predmeta prilagođenih svakom pojedinom kupcu (slika 1).



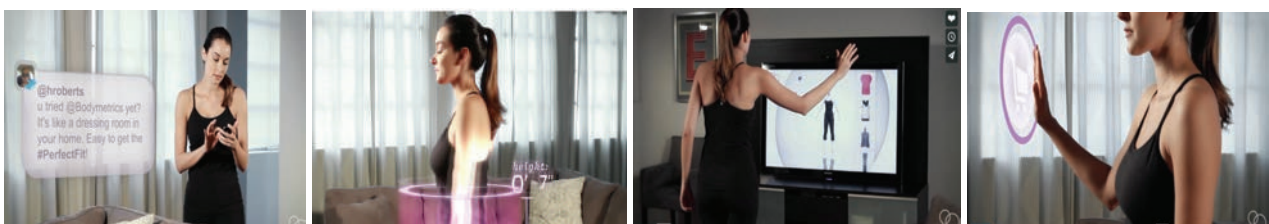
Slika 1: Određivanje točnih antropometrijskih dimenzija svakog pojedinog kupca

Razvoj novih tehnologija, te njihova primjena u svim sektorima odjevne industrije, podiže kvalitetu odjevnih predmeta i samu njihovu prodaju dostupnu kupcu. Kad je u pitanju maloprodaja i prilagođivanje antropometrijskih dimenzija odjevnih predmeta svakom pojedinom kupcu, razvijeno je više inovacijskih aplikacija korištenjem novih tehnologija koje se u svijetu već koriste, a svaki dan se usavršavaju i dopunjuju novim rješenjima [2, 3, 7]. U ovom ćemo radu govoriti o nekoliko inovacijskih rješenja. Jedno od mogućih rješenja razvila je tvrtka Bodymetrics 3D body- skener koji može biti instaliran u samom trgovačkom centru, gdje kupac može za vrlo kratko vrijeme skeniranjem svoga tijela dobiti dimenzije te preko paketa programske podrške odabrati odgovarajući odjevni predmet, kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2: Bodymetrics 3D body- skener za određivanje točnih antropometrijskih dimenzija svakog pojedinog kupca instaliran u trgovačkom centru [18]

Bodymetrics je razvio inovacijsku platformu za online prodaju odjevnih predmeta, gdje kupac kod kuće ima mogućnost izvršiti skeniranje svoga tijela, dobiti antropometrijske veličine u tom trenutku te preko ove platforme odabrati odgovarajući model i naručiti ga online, kao što je prikazano na slici 3.



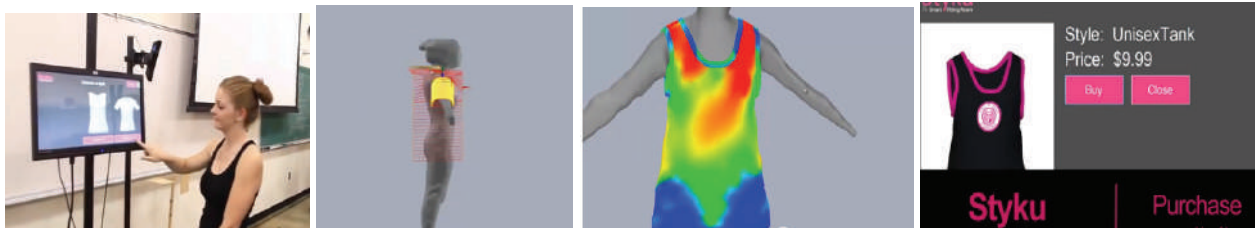
Slika 3: Inovacijska platforma Bodymetrics 3D body- skener za online kupovinu od kuće [16, 17]

Tvrtka CLO Virtual Fashion Inc. iz Seoula - Koreja razvila je inovacijsku platformu za online kupovinu odjevnih predmeta. Designer i CLO 3D su alati programske podrške koji omogućuju izradu preciznih podataka, te na taj način pružaju realnu sliku o dimenzijama odjeće kao i simulacije i animacije, tako da ga koriste kupci pri odabiru odjevnih predmeta, kao i dizajneri koji mogu vidjeti kako izgledaju njihove kreacije i virtualni model, slika 4.



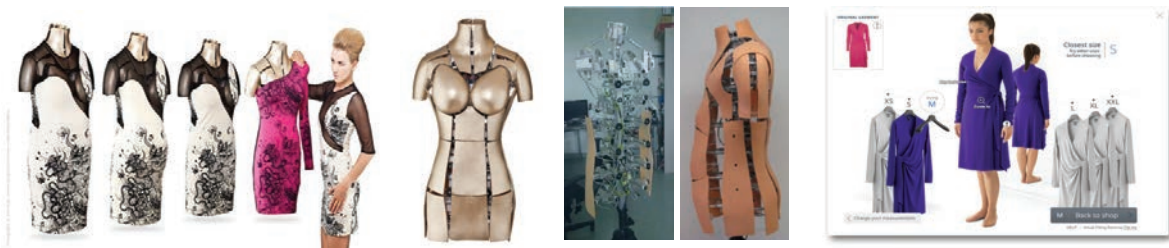
Slika 4: Platforma za online kupovinu odjevnih predmeta tvrtke CLO Virtual Fashion Inc. [17]

Tvrtka Microsoft je u 2012. godini lansirala inovacijsko rješenje Kinect kamere, koja se koristi u platformi Microsoft Kinect za Accelerator programe, e-Styku, za skeniranje tijela i podataka o dimenzijama našeg tijela, za sve vrste odjevnih predmeta. Kod ovog inovacijskog rješenja sve što trebate učiniti je stati ispred Kinect kamere s podignutim rukama oko pet sekundi, dok kamera snima mjerenja, zatim programska obrada traje oko trideset sekundi za pretvaranje podataka u stvarna mjerenja. Nakon učitanih podataka online kupci probaju vizualno različite veličine odjevnih predmeta. Nakon vizualnog pregleda, kupci mogu donijeti odluku o kupovini. Styku, također, omogućuje kupcu da na svom tijelu virtualno vidi na kom dijelu tijela ga odjevni predmet steže, na osnovi čega može promijeniti dimenziju, itd. (slika 5).



Slika 5: Inovacijsko rješenje Microsoft Kinect za Accelerator programa, e-Styku [16]

Inovacijsko rješenje za online kupovinu odjevnih predmeta razvila je tvrtka Fist.me sa svojim istraživačkim partnerima. Razvili su ROBOT LUTKU i FitBot LUTKU. Kupovina online uz pomoć ROBOT lutke omogućuje kupcu da vidi kako će različite veličine odjeće izgledati na njegovom tijelu prije same kupovine. Tehnologija online kupovine i virtualni prikaz vidi na sljedećim slikama.



Slika 6: Inovacijsko rješenje tvrtke Fist.me ROBOT lutke i analiza i prilagođivanje dimenzija odjevnog predmeta na ROBOT lutki prilikom online kupovine [7]

Kod korištenja ovog inovacijskog rješenja kupac posjećuje web stranicu tvrtke koja prodaje odjeću online i unosi svoje veličine prema prilagođenoj programskoj podršci koju prikazuje slika 6. [14]. Nakon što su se unijele dimenzije, programska podrška vrši optimizaciju algoritmom kako bi se dobio što točniji željeni oblik tijela kupca, a konfiguracija se izvodi automatski kao što je prikazano na slici 7 [12, 13]. Algoritam omogućuje optimizaciju više od 2000 varijacija oblika tijela jer su u stvarnosti ljudi neproporcionalni i asimetrični. Algoritam upravljanja ROBOT lutkom, mijenja dimenzije oblika, vrši modeliranje i optimizaciju lutke ROBOT i na taj način razvija model kontinuiranog tijela, a računalo vrši kontrolu oblika promjene. Među kupcima prvi put se pokazuje povećanje prodaje u prosjeku 58 % [12]. Smanjeno je vraćanje naručene odjeće za 28 % što je tvrtkama podiglo profit. Istraživanja su pokazala da se samo 8 % odjeće prodavalo

online prije nego je u uvedena ROBOT lutka. Prije ovih rješenja, glavni problem prodavača odjevnih predmeta bio je povrat odjeće online kupaca zbog njihova nezadovoljstva s određenim dimenzijama. Uvođenjem ovih inovacija, kao što vidimo, prosjek prodaje se sa 8 % povećao na 58 % što predstavlja nagli skok. Razvojem ROBOT lutki online kupovina odjeće puno je lakša, bez komplikacija, vraćanja, što rezultira povjerenjem i dugoročnom lojalnošću prema tvrtki.

3. Zaključak

Nove tehnologije bitno povećavaju efikasnost i veći stupanj iskorištenja postojeće opreme, osiguravajući na taj način veću ekonomičnost samog proizvodnog procesa, kao i prodaju gotovih proizvoda. Stalnom modernizacijom i automatizacijom od proizvodnje do prodaje gotovih proizvoda povećava se učinkovitost tvrtke, a posebno u odjevnoj industriji. U svim industrijskim granama, kao i odjevnoj industriji, uvjeti za primjenu novih tehnologija postaju sve zahtjevniji i složeniji. Uvjeti za povećanje primjene novih tehnologija su takvi da se od njih očekuje: veća fleksibilnost, povećanje produktivnosti, povećanje kvalitete proizvoda, te suradnja prodavača s kupcem u cilju povećanja prodaje gotovih proizvoda. U radu su prikazani noviji koncepti za prodaju u odjevnoj industriji kako u trgovačkim centrima tako i online kupovini konfekcijskih modela. Kada je u pitanju maloprodaja i prilagođivanje antropometrijskih dimenzija odjevnih predmeta svakom pojedinom kupcu, razvijeno je više inovacijskih aplikacija korištenjem novih tehnologija, koje se u svijetu već koriste, a svaki dan se usavršavaju i dopunjavaju novim rješenjima. Primjenom inovacijskog rješenja ROBOT lutka, kada je online prodaja odjevnih predmeta u pitanju, prosjek prodaje se povećao sa 8 % na oko 58 %, a trend povećanja raste iz dana u dan. Prednost novih rješenja je u tome što kupac ima mogućnost kod kuće snimiti antropometrijske dimenzije, izvršiti odabir i naručiti odjevne predmete. Neka se od navedenih rješenja koriste u zemljama EU-a.

Literatura

- [1] Karabegović, I. & Doleček V.; *Servisni roboti*, Društvo za robotiku, Bihać, (2012.)
- [2] Doleček, V. & Karabegović, I.; *Roboti u industriji*, Tehnički fakultet Bihać, Bihać, (2008.)
- [3] Nikolić, G. i sur.: *Roboti & primjena u industriji tekstila i odjeće*, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN 978-953-7105-22-8, Zagreb, (2008.)
- [4] World Robotics 2013, United Nations, New York and Geneva, (2013.)
- [5] World Robotics 2012, United Nations, New York and Geneva, (2012.)
- [6] World Robotics 2010, United Nations, New York and Geneva, (2010.)
- [7] Karabegović, I. i sur.: Application of Robotic Technology in The Textile and Clothing Industry, 5th *Međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje Tekstila znanosti i gospodarstva*, 26. siječanj 2012., Zagreb, Croatia, ISSN 1847-2877, pp. 285-290, (2012.)
- [8] Knez, B. i sur.: *Primijenjena antropometrija za antropologiju, biomedicine, ergonomiju i standardizaciju*, Priručnik za terensko istraživanje Republike Hrvatske, Ministarstvo obrane, Zagreb, (1995.)
- [9] Must, I. et al: Linear modeling of elongated bending EAP actuator at large deformations, *Proc. SPIE* 7287, 72870V. (2009.)
- [10] Pugal, D. et al: *An advanced finite element model of IPMC*, *Electroactive Polymer Actuators and Devices (EAPAD) 2008* 6927(1), SPIE, (2008.)
- [11] Anton, M. et al: A Mechanical Model of a non-uniform bending ionomeric polymer metal composite (IPMC) actuator., *Journ. of Smart Materials and Structures*, 17 (2008) 025004.
- [12] *Dostupno na www.fits.com* *Pristupljeno:* 2014-10-28
- [13] *Dostupno na www.fascodesign.com/1662372/fitsmes-shape-shifting-robot-lets-you-try-on-clo* *Pristupljeno:* 2014-11-30
- [14] *Dostupno na www.servis.fits.com* *Pristupljeno:* 2014-11-30
- [15] *Dostupno na http://cipele-obuca.com/haljine-prodaja-zenske-garderobe-zenska-odeca-online/* *Pristupljeno:* 2014-12-03
- [16] *Dostupno na www.microsoft.com/bizspark/kinectaccelerator/* *Pristupljeno:* 2014-11-30
- [17] *Dostupno na www.marvelousdesigner.com/* *Pristupljeno:* 2014-11-30
- [18] *Dostupno na www.bodymetrics.com/* *Pristupljeno:* 2014-11-30

Autor(i):

Prof. dr. sc. Isak KARABEGOVIĆ, Dr. sc. Edina KARABEGOVIĆ, Dr. sc. Mehmed MAHMIĆ, Mr. sc. Ermin HUSAK
University of Bihać Faculty of Technical Engineering
I. Ljubijankića bb, 77000 Bihać, Bosnia and Herzegovina
Phone: +(387) (37) 226 271 Fax: +(387) (37) 226 273 E-mail: isak1910@hotmail.com

UTJECAJ RADNE OKOLINE NA PRODUKTIVNOST U PROIZVODNJI TEKSTILA I ODJEĆE

THE IMPACT OF THE WORKING ENVIRONMENT ON THE PRODUCTIVITY IN PRODUCTION OF TEXTILE AND CLOTHING

Željko KNEZIĆ; Željko PENAVA & Josip PETRIC

Sažetak: Produktivnost se promatra kroz odnos količine ostvarenih proizvoda tijekom nekog vremena. I jedna i druga veličina su posljedica zbivanja na strojevima pod određenim uvjetima u nekom prostoru. Zbog toga u obzir treba uzeti karakteristike prostora, temperaturu, vlagu, strujanje zraka, utjecaj buke ili glazbe, rasvjetu, te prisustvo prašine i lebdećih tekstilnih vlakana. Sve prethodno nabrojeno utječe na čovjeka, sudionika u proizvodnom procesu, na njegovu efikasnost u izvršenju planiranih radnih zadataka.

Abstract: The productivity is considered through the relation of the products realized in a period of time. Both sizes are a result of processes on the machines under certain conditions in a space. Therefore, the characteristics of space, temperature, humidity, airflow, the impact of noise or music, lighting, and the presence of dust and particulate textile fibers should be considered. All of these affect an employee, a participant in the manufacturing process, his effectiveness in the achievement of planned tasks.

Cljučne riječi: Produktivnost, prostor, strojevi, temperatura, vlaga, rasvjeta.

Keywords: Productivity, space, machines, temperature, humidity, lighting.

1. Uvod

Uvjeti rada u proizvodnim pogonima za proizvodnju tekstila i odjeće bitno utječu na produktivnost. Nije dovoljno samo udovoljiti minimalnim uvjetima koji su propisani, već je potrebno složenom analizom razlučiti pojedine čimbenike koji su ipak povezani u konačni rezultat - kvalitetan konkurentan proizvod i zadovoljni provoditelji procesa: prostor, temperatura, vlaga, buka, rasvjeta, čovjek (ljudski faktor). Manjkavost samo jedne komponente može dovesti u pitanje ostvarivanje plana proizvodnje. Na prvi pogled promatrani primjeri: tkaonica i konfekcijski pogon nemaju mnogo zajedničkog. No u oba slučaja prisutan je čovjek, poslužitelj stroja, ali i svi ostali sudionici u proizvodnom procesu (rukovodstvo, pomoćni radnici, radnici zaduženi za održavanje). Naime, rukovoditelj treba dobro poznavati proizvodni ciklus da bi mogao izraditi kvalitetan plan proizvodnje, razraditi jednostavne radne operacije radnika kojima će se izbjeći nepotrebni i pogrešno usmjereni naponi, rasipanje radnikova vremena, vremena stroja (zbog zastoja), ali i uvjete odvijanja procesa [1-3]. Iskustva autora iz proizvodnih pogona, analize i razmišljanja o utjecaju uvjeta rada i aktivnosti sudionika proizvodnih procesa na produktivnost u tekstilnoj i odjevnoj industriji razmatrana su prilikom izrade ovog rada.

2. Produktivnost

Produktivnost u praksi izražava se kao omjer količine proizvoda i količine utrošenog rada [4].

Produktivnost = ostvareni proizvodi / količina utrošenog rada

Iz ovog proizlazi da će se produktivnost povećati ako se ostvari povećanje količine proizvedenog, ili ako se smanji količina utrošenog rada. Kako je za količinu utrošenog rada potrebno vrijeme koje se može lako mjeriti, sve se može prikazati izrazom:

Produktivnost = ostvareni proizvodi / utrošeno vrijeme

Utrošeno vrijeme, pored ostalih utjecaja, u uskoj vezi je s uvjetima rada u proizvodnim pogonima.

Svakako da konačna cijena proizvoda ovisi o: troškovima koji nastaju funkcioniranjem poduzeća, troškovnim elementima cijene koštanja proizvoda. Ovisno o tome jesu li troškovi nastali samim postojanjem poduzeća ili direktno u proizvodnji, uočavaju se troškovi izrade i vremenski troškovi.

3. Propisani i ostvareni uvjeti rada u proizvodnim pogonima

Radni prostor i radna okolina normirani su, te svojim dimenzijama, prometnicama, zagrijavanjem, provjetravanjem, osvjetljenjem, kao i svim instalacijama, moraju biti izvedeni u skladu s propisanim normama te odgovarati namjeni kako bi osobe koje se tu nalaze imale pogodne uvjete rada [5]. Svatko je dužan, u sklopu svojih ovlasti i djelatnosti, osobitu skrb posvećivati zaštiti zdravlja ljudi, prirode i ljudskog okoliša [6].

3.1 Prostor i strojevi

Projektant pri projektiranju građevine treba uzeti u obzir specifičnosti tehnoloških procesa, karakteristike strojeva i njihov raspored, komunikacijske puteve, broj osoba koje će boraviti u prostoru, potrebne instalacije, vrstu rasvjete. Teško je naknadno nešto mijenjati (ponekad nemoguće), jer zbog posebnih zahtjeva: oblik i težina stroja, specijalne instalacije, načina posluživanja i uvjeta rada (npr.: aparati za bojenje), građevinu treba izgraditi u dva nivoa. U donjem dijelu su instalacije, a gornji dio mora imati potrebnu visinu za nesmetano funkcioniranje dizalice za punjenje i pražnjenje aparata, cjevovode za kvalitetno odvođenje vodene pare i posebne kanale za dovođenje kvalitetnog zraka potrebnog poslužiocima aparata (slika 1a). U tkaonicama, tkalački strojevi, zbog svoje težine i vibracija koje se pojavljuju u vrijeme rada, iziskuju posebne temelje. Oko tkalačkih strojeva mora biti dovoljno prostora za posluživanje, a treba predvidjeti prostor za pristup strojevima ili napravama za izmjenu osnovnih vratila, te uklanjanje popunjenih robnih valjaka (slika 1b). Ponekad, iz nekih razloga, ne planira se dovoljno prostora za pristup strojevima zbog popravaka, te se nepotrebno iziskuju dodatni tjelesni naponi koji često prelaze granice propisanog (dopuštenog) [7].



a.



b.



c.

Slika 1: Strojevi u proizvodnim pogonima: a. aparati za bojenje u bojadisaonici; b. tkalački strojevi u tkaonici; c. šivaći strojevi u proizvodnoj liniji izrade ženskih sakoa

Prostori u kojima se odvija proizvodnja odjevnih predmeta ne iziskuju specijalne uvjete po pitanju statike, jer većina strojeva (osim nekolicine specijalnih) ne treba pojačanu podlogu (slika 1c), te su to u nekim slučajevima prilagođeni prostori koji su se koristili u neke druge svrhe. Posebnu pozornost treba posvetiti udaljenosti između pojedinih radnih mjesta (što se često zanemaruje, ali gubici nisu zanemarivi). Stoga, promjenom proizvodnog programa, treba obaviti promjene (ako je potrebno) u proizvodnoj liniji i time skratiti vrijeme prenošenja poluproizvoda, što je moguće jer strojevi se relativno lako prerasporede prema potrebi [8]. U svim proizvodnim prostorima, podloge po kojima se kreću poslužiocci ne smiju biti klizave, što treba imati na umu pri odabiru materijala, ali i pri projektiranju predvidjeti mogućnost otjecanja prolivene tekućine. Hodnici i staze za prolaz moraju biti pregledni i izvedeni u širini koja odgovara namjeni prolaza, ali najmanja širina prolaza ne smije biti manja od 70 cm. Prometnice moraju biti vidljivo označene, a po potrebi postavljaju se i svjetleće oznake i rasvjeta koja će omogućiti orijentaciju i u slučaju nestanka električne energije. Na glavne i sporedne prolaze ne odlagati nikakve predmete. Eventualni otvori, revizijska okna moraju imati poklopce koji dobro naliježu na sam otvor. Na svim mjestima koja se nalaze na visini većoj od 1 m mora se postaviti zaštitna ograda da bi se spriječili padovi.

3.2 Temperatura, vlaga i strujanje zraka

Normativima su propisani uvjeti u kojima se pojedini tehnološki proces može (ili treba) odvijati. U prostorima u kojima se odvija proizvodnja odjeće instalirani su sustavi za klimatiziranje (slika 2a), a na pojedinim mjestima gdje se razvija viša temperatura uz prisutnost vodene pare, postavljeni su posebni uređaji za njeno odvođenje (slika 2b) [9]. Zadatak je klimatizacije da se zadovolje dva osnovna uvjeta: tehnološki zahtjevi proizvodnje i radni uvjeti. U prostorima gdje se proizvodi odjeća, ako se i ne ispune uvjeti (temperatura 18 °C do 22 °C, vlažnost zraka oko 50 %, a brzina strujanja zraka od 0,2 do 0,3 m u sekundi), proizvodni proces će se odvijati uz povećan napor i neugodu radnica. U proizvodnji tekstila, po pojedinim fazama prerade,

potrebno je ostvariti mikroklimatske uvjete da bi se proizvodnja uopće mogla odvijati bez zastoja, te su u tablici 1 prikazane propisane [10] i izmjerene vrijednosti % vlage u zraku.



a.



b.

Slika 2: a. sustav za dovoz zraka propisanih karakteristika; b. odvođenje vodene pare i zagrijanog zraka

Tablica 1: Relativna vlažnost zraka po fazama prerade

Sirovinski sastav pređe, konca	Faza procesa prerade	Vlažnost zraka (%)		
		Normirana	Izmjerena u proizvodnom prostoru	
			Manjak vlage (zastoji zbog pucanja niti)	Korigiran % vlage, (manji broj zastoja)
Pamuk	Prematanje	65 - 70	54	68
	Končanje	60 - 70	50	70
	Snovanje	60 - 70	49	65
	Tkanje	65 - 85	50	75
Vuna češljana	Tkanje	50 - 60	45	60
Vuna grebenana	Tkanje	50 - 55	45	60
Svila i umjetna vlakna	Priprema	55 - 65	48	60
Umjetna vlakna	Tkanje	55 - 76	48	60

Primjerenu pozornost treba posvetiti odjeći i obući. Za svaki proizvodni proces u tekstilnoj i odjevnoj industriji, ovisno o poslovima koji se obavljaju, propisana je zaštitna radna odjeća i obuća. Postoje područja tolerancija koja se iz mnogih razloga „povremeno“ ne poštuju. Nije dobro da se u skladu s određenim pravilnicima počne postupiti nakon nekog akcidenta. Neodgovarajuća (ili nikakva) zaštitna radna odjeća ne može ispuniti zahtjeve koji su potrebni za siguran i manje neugodan postupak obavljanja određenog radnog zadatka.

3.3 Buka ili glazba

Buka na različite načine štetno djeluje na čovjeka, a najčešće se očituje kao: psihološko i, ili fiziološko djelovanje, a smanjuje se radna sposobnost i produktivnost. Ljudsko osjetilo zvuka raspoznaje zvukove u području između 16 Hz i 20 kHz. Svaki neugodan i neželjen zvuk može se nazvati bukom. Buka može uzrokovati privremeni ili trajni, odnosno djelomičan ili potpuni gubitak sluha. Sve to ovisi o osjetljivosti pojedinca, jačini buke, vremenskom izlaganju buci i slično. Primjeri jačine buke prikazani su u tablici 2 [11].

Izvođenje pojedinih tehnoloških procesa, zbog vrste strojeva, naročito u tkalaštvu, odvija se uz vrlo jaku buku. Razvojem strojogradnje i usavršavanjem strojnih mehanizama, buka se kod nekih strojeva uspjela smanjiti, ali su često potrebna posebna sredstva za zaštitu slušnih organa. Zaštitna sredstva su opravdana, a u slučajevima gdje su nužna, treba inzistirati na njihovoj upotrebi, jer potrebno je vrijeme prilagodbe, a nakon toga neće ometati i smanjivati koncentraciju pri izvršavanju radnih zadataka, štoviše, olakšat će rad i povećati zadovoljstvo zaposlenika.

Tablica 2: Primjeri prosječne jačine buke

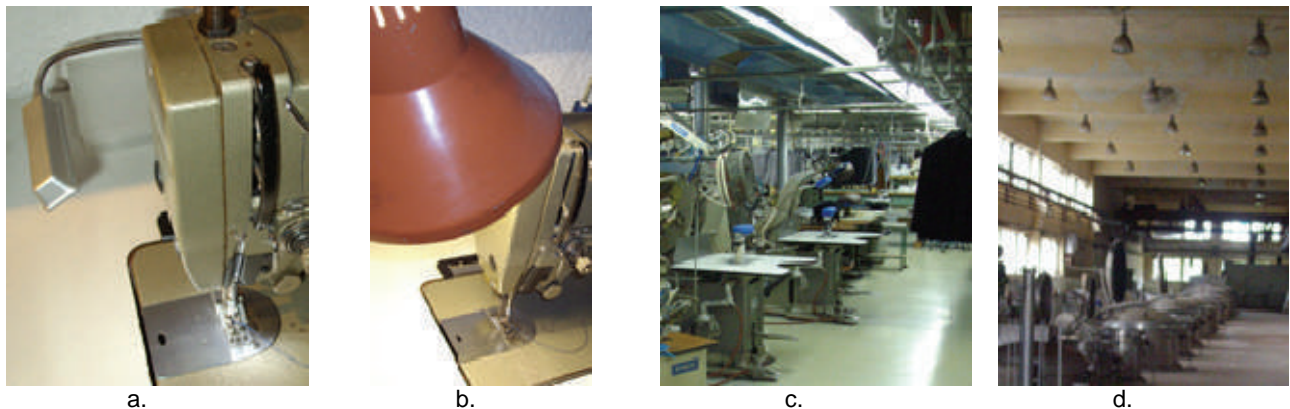
Opis	Jačina (dB)
Prag čujnosti	0 - 25
Razgovor	do 65
Tkaonica	do 90
Rock koncert	do 130
Granica boli	120 - 140

Glasna i nekome iritantna glazba također se može okarakterizirati kao buka. Stoga, u proizvodnim pogonima, gdje je to moguće, dobro je odmjereno odabrati glazbu koja je po volji većini djelatnica/ka, ali pritom ne prekoračiti granicu pristojnog i nekom uvredljivog. Naime, iskustvo je pokazalo da određena glazba poboljšava raspoloženje i povećava radni učinak.

3.4 Rasvjeta

Rasvjeta je praktična primjena optičke radijacije, tj. elektromagnetskog zračenja duljine vala između 380 μm i 760 μm zbog osvijetljenja prostora. Osvijetljenost E (lx) je definirana odnosom svjetlosnog toka Φ (Lumen - lm) i površine S u m^2 [12]. Općenito vrijedi da umjetni izvor bijele svjetlosti može biti svako tijelo koje je ugrijano na temperaturu 2500⁰ K i više. Bijela svjetlost je mješavina pojedinih spektralnih boja zajedno. Sunce, kao izvor svjetlosti, ponaša se poput crnog tijela ugrijanog na približno 6000⁰ K.

Za nesmetan rad, bez potrebe dodatnog naprezanja, ugodno je raditi uz rasvjetu što sličniju „dnevnom podnevnom svjetlu u sjeni“. Loš izbor umjetnih izvora svjetla često dovodi do oštećenja vida, a mnogo je primjera pogrešnog tumačenja propisanih vrijednosti koje treba ostvariti mjerenjima na radnim mjestima. Umjetni izvori svjetla imaju pojedine dijelove sunčevog spektra, nikad cijeli spektar. Mjerni instrumenti, kojima se mjeri osvijetljenost u luksima, mogu pokazati i višestruko veće vrijednosti od propisanih, ali subjektivne ocjene nisu zadovoljavajuće, jer često umjetni izvor svjetlosti nema širok valni pojas. Zbog toga je poželjno upotrijebiti različite izvore umjetne svjetlosti kako bi se dobila što veća širina svjetlosnog spektra, a osim osvijetljenosti u obzir treba uzeti i ostale veličine analiziranog izvora umjetne svjetlosti (duljina vala elektromagnetskog zračenja i temperaturu).



Slika 3: a. LED rasvjetno tijelo na šivaćem stroju; b. Klasično rasvjetno tijelo sa žarnom niti; c. fluorescentna rasvjeta; d. specijalna rasvjeta u bojadisaonici (u sigurnosnom, vodonepropusnom kućištu)

Posebno kvalitetno rješenje uz osvijetljenje cijelog proizvodnog pogona, pokazala se dodatna LED rasvjeta na svakom šivaćem stroju. Prednosti su višestruke: mala potrošnja električne energije, svjetlost ne treperi, svjetlosni spektar je zadovoljavajući (ne suši i ne umara oči). LED rasvjetno tijelo ne zauzima mnogo prostora (slika 3a) i ne zrači toplinu intenzivno kao klasična rasvjetna tijela sa žarnom niti (slika 3b), a za razliku od klasične fluorescentne rasvjete (slika 3c), nakon uključenja na izvor električne struje svjetlost se odmah pojavi, ne mijenja intenzitet i nema štetnih zračenja [13].

U proizvodnim pogonima s vlažnim i agresivnim uzduhom potrebno je posebno pažljivo odabrati rasvjetna tijela koja će svoju funkciju besprijekorno i sigurno obavljati u ekstremnijim uvjetima [14] (nagle promjene

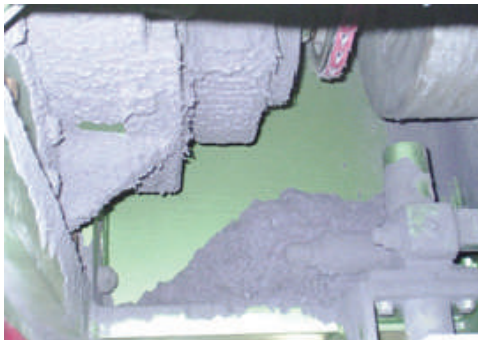
temperature, velike količine vodene pare koje u sebi ponekad sadrže kiselu ili lužnatu komponentu) (slika 3d). Analizirajući različite pokazatelje, uočljiva je opravdanost korištenja LED rasvjete (tablica 3).

Tablica 3: Usporedba LED, fluorescentna i klasična žarulja 60 W za približno istu osvjetljenost

	LED	Fluorescentna	Klasična
Utrošeno po žarulji	6 - 8 W	13 - 18 W	60 W
Planirani rok trajanja	50 000 sati	10 000 sati	1 200 sati

3.5 Lebdeća vlakna i prašina

Lebdeća vlakna i prašina pojavljuju se u gotovo svim proizvodnim pogonima tekstilne i odjevne industrije, a količina je u uskoj vezi sa tehnološkim procesima, karakteristikom stroja, kvalitetom vlakana, količinom vlage u zraku, intenzitetom strujanja zraka i još mnogim parametrima. Vrlo jaka isprašivanja i taloženja prašine i kratkih vlakana su na strojevima za izradu netkanog tekstila od recikliranih tekstilnih vlakana [15] (slika 4a). Problem se pojavljuje kad se popune nedostupna mjesta na strojevima, te dolazi do ometanja rada strojnih dijelova. Na tkalačkim strojevima također dolazi do taloženja kratkih tekstilnih vlakana, a posebno je neugodno kad se popune opruge za povlačenje kotlaca žakar uređaja (slika 4b), jer se tijekom rada ne stvori potreban zijev osnovinih niti, te dolazi do greške u tkanini, trganja niti, a čišćenje je mukotrpno i dugotrajno.



Slika 4: Taložnja prašine i kratkih vlakana na: a. strojevima za izradu netkanog tekstila; b. oprugama za povlačenje kotlaca žakar uređaja

Pojavljivanje lebdećih tekstilnih vlakana i prašine u proizvodnim pogonima ne može se spriječiti, ali se može smanjiti odabirom primjerene sirovine, tehnološkog procesa, te održavanjem mikroklima s propisanom temperaturom i količinom vlage. Također, kako bi sve dobro funkcioniralo, potrebno je redovito čistiti filtre (ako ne postoje uređaji koji automatski uklanjaju nečistoće).

Osim utjecaja na smanjenje produktivnosti, lebdeća tekstilna vlakna i prašina su potencijalna požarna opasnost, a postoji i opasnost od eksplozije.

4. Zaključak

Produktivnost se može prikazati kao količina proizvedenog tijekom nekog vremena. Vrijeme se ne može mijenjati, ali se zato količina proizvedenog može. Zbog toga treba uskladiti sve komponente da se ostvari što veća količina kvalitetnih proizvoda, ali pritom se ne smije zapostaviti ljudsko biće. Poslužitelja stroja, sudionika u proizvodnom procesu treba neprekidno educirati i osigurati adekvatne uvjete rada [16]. Često je neprovedivo, ali ako je moguće, dobro je istražiti što se događa na pojedinim radnim mjestima. Iskustvene činjenice iz prakse upućuju na to da je produktivnost u sprezi sa zadovoljstvom djelatnika, jer je svakom savjesnom radniku, okruženom povjerenjem, zadovoljstvo dati maksimum kvalitetom i količinom urađenog.

Literatura

- [1] Knezić, Ž.; Penava, Ž. & Tratnik, M.: *Utjecaj plana proizvodnje i aktivnosti poslužitelja tkalačkih strojeva na produktivnost*, Zbornik 5. Međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje tekstilna znanost i gospodarstvo, Penava, Ž. & Ujević, D. (Urednici), str. 245-250, ISSN 1847-2877, Zagreb, siječanj 2012., Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, Hrvatska, (2012)
- [2] Taylor, F. W.: *Naučno upravljanje*, Izdavačko preduzeće „Rad“, Beograd, (1967)

- [3] Rogale, D.: Načini uštede energije i ekološki aspekti hrvatske odjevne industrije, *Tekstil*, **45** (1996) 1, str. 27-34, ISSN 0492-5882
- [4] Lalić, D. & Lalić, M.: *Ekonomika industrijskih procesa*, Zavod za produktivnost, Zagreb, (1970)
- [5] Grupa autora ZIRS-a: *Uvod u zaštitu na radu 01*, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, ISBN 953-6412-35-7, Zagreb, (2006.)
- [6] Ustav Republike Hrvatske, *Narodne novine* br. 56/90, 135/97, 8/98, 113/00, 124/00, 28/01, 41/01, 55/01, 76/10, 85/10, 05/14.
- [7] Knezić, Ž. et al: *Selected Stages of the Operation of Terry Fabric Weaving Machines*, Proceedings of 4th International Ergonomics Conference, Ergonomics 2010., Mijović, B. (Ed.), str. 151-156, ISBN 978-953-98741-5-, Stubičke Toplice, Zagreb, Croatia, June 30th – July 3rd 2010, (2010)
- [8] Knezić, Ž.: *Zlatna igla - Siscia, Sisak - Studija za poboljšanje efikasnosti proizvodnje*, Sisak (2012.)
- [9] Knezić, Ž.; Penava, Ž. & Stojanović, M.: *Active Rationalization of Electrical Energy Consumption in Zlatna igla – Siscia d.o.o., Zbornik 4. Međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo*, Penava, Ž. & Ujević, D. (Urednici), str. 259-264, ISBN 978-953-7105-39-6 Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, Hrvatska, (2011.)
- [10] Grupa autora: *Tekstilni priručnik*, Društvo inženjera i tehničara za tekstil, Tekstilni inštitut, Maribor, (1987.)
- [11] Kovačević, S.; Dimitrovski, K. & Hađina, J.: *Procesi tkanja*, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN 978-953-7105-21-1, Zagreb, (2008.)
- [12] Opća enciklopedija JLZ 6 Nih-Ras: *Rasvjeta*, JLZ, Zagreb 765, Zagreb, (1980.)
- [13] Knezić, Ž.: *KOTKA konfekcija d.d. Krapina – Studija Povećanje energetske učinkovitosti*, Krapina (2010.)
- [14] Knezić, Ž.: *Fromax Inter d.o.o Zagreb – proizvodni pogon Oroslavje - Idejni projekt rekonstrukcije bojadisaonice i zbrinjavanja otpadnih voda*, Oroslavje (2007.)
- [15] Knezić, Ž.: *Regeneracija d.d. Zabok- profitni centar KAŠIRANJE, Idejni projekt rekonstrukcije proizvodnog procesa i planovi preseljenja strojeva i uređaja*, Zabok (2006.)
- [16] Samuelson, P. A. & Nordhaus, W. D.: *Ekonomija*, 18. izdanje, MATE, Zagreb, (2007.)

Autori:

Dr. sc. Željko KNEZIĆ, predavač
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Stručni studij u Varaždinu
Hallerova aleja 6A, HR-42000 Varaždin
Tel: +(385) (42) 33 04 50

Fax: +(385) (1) 3712 533

E-mail: zeljko.knezic@tff.hr

Izv. prof. dr.sc. Željko PENAVA
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 3712 576

Fax: +(385) (1) 3712 533

E-mail: zeljko.penava@tff.hr

Josip PETRIC, dipl. inž.
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Stručni studij u Varaždinu
Hallerova aleja 6A, HR-42000 Varaždin
Tel: +(385) (42) 33 04 50

Fax: +(385) (1) 3712 533

E-mail: josip.petric@tff.hr

ANTROPOMETRIJSKA MJERENJA PRI IZRADI MUŠKIH KRATKIH ČARAPA

ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS IN THE PRODUCTION OF MAN'S ANKLET SOCKS

Tomislav KOLARIĆ; Darko UJEVIĆ & Jacqueline DOMJANIĆ

Sažetak: Antropometrijsko mjerenje ljudskog stopala vrlo je interesantno čaraparskoj industriji. Kako čovjek većinu dnevnog vremena boravi na nogama potrebno je izraditi čarape koje će stopalima pomoći u očuvanju optimalne funkcionalnosti. Razvojem tehnologije omogućeno je brzo prevođenje trodimenzionalnog oblika ljudskog stopala u digitalni oblik i beskontaktno uzimanje mjera stopala potrebno za proizvodnju muških čarapa, koja će čuvati anatomske osjetljiva područja. U radu je prikazana primjena antropometrijskih mjerenja pri proizvodnji muških kratkih čarapa na jednocilindričnom čaraparskom automatu, talijanskog proizvođača Coloso.

Abstract: Anthropometric measurements of the human foot are essential for sock production. Human beings spend most of the time on feet and therefore it is indispensable to produce socks that protect the optimal foot functionality. Technology development enabled quick converting of the three-dimensional human foot shape in the digital environment where foot measurements can be taken contactless in order to produce socks that protect anatomically sensitive areas. This paper presents the application of anthropometric measurements in the production of men's ankle socks on a single cylinder hosiery machine, from the Italian manufacturer Coloso.

Ključne riječi: zaštita stopala, 3D skener za stopala, Coloso XP6, izrada čarapa.

Keywords: feet protection, 3D foot scanner, Coloso XP6, sock production.

1. Uvod

Znanost koja se bavi posebno mjerama ljudskog tijela zbog određivanja razlika između pojedinaca i grupa naziva se antropometrijom. Pionirski rad u ovom području datira još od belgijskog matematičara Quetleta koji je 1870. god. objavio djelo „Antropometrie”. Glavni zadatak antropometrije ne sastoji se samo u jednostavnim mjerenjima, nego je potrebno razložiti utjecaj veličine tijela koje su uvjetovane godinama života, spolom, rasom pa čak i profesijom. Antropometrijsko mjerenje ljudskog stopala, kao zasebno istraživanje, vrlo je zanimljivo industriji obuće i čaraparskoj industriji. Kako čovjek većinu dnevnog vremena boravi na nogama vrlo je važno da taj dio tijela bude adekvatno zaštićen od dnevnih utjecaja, a istovremeno ta zaštita mora biti ugodna za nošenje i jednostavna za održavanje [1, 2].

Da bi se zaštitila stopala i noge ljudi su počeli praviti čarape, manje-više slične današnjim. Tijekom stoljeća, čarape su se mijenjale. Prve čarape od životinjske kože, vezale su se oko gležnjeva. Stari Grci nosili su čarape od životinjske dlake, dok su Rimljani koristili čarape od vune. Industrija čarapa za sirovinu u proizvodnji koristi finu pamučnu pređu i pređu od sintetičkih materijala. To je uglavnom poliamid, elastin, likra, različite mješavine vlakana. Pamuk je fino vlakno, ugodnog opipa, velike moći upijanja dok se poliamidna vlakna odlikuju velikom elastičnošću. U mješavini s pamukom koriste se za izradu gotovo svih vrsta čarapa (muških, dječjih, za mlade, kao i sportskih i nekih ženskih čarapa) [3, 4].

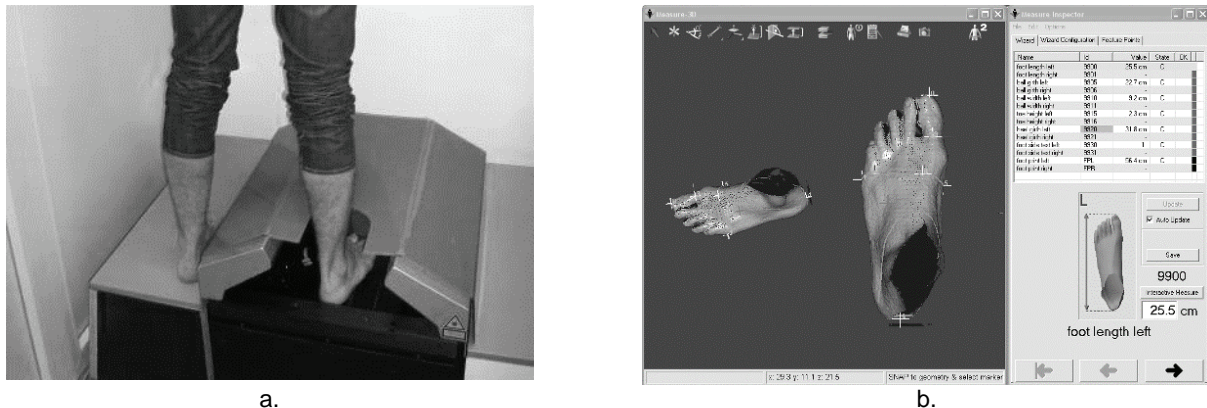
U današnje vrijeme prepuno inovacija na tržištu su se pojavile čarape s posebnim dodatcima tzv. EFFECTO, zatim Silver NODOR[®], koje su rezultat kreativnosti i primjene najsuvremenije svjetske tehnologije i primjene nanotehnologija koja omogućuje dobivanje antibakterijskih, antialergijskih, antifungicidnih svojstava [4, 5]. U posebnim uvjetima kao što je, na primjer kod nošenja zaštitnih odjevnih sustava (kemijska zaštita, zaštita od požara i sl.) pri čemu je zbog termoregulacijskog procesa znojenje pojačano, čarape nemaju samo standardnu ulogu (termo-ulogu, ulogu tampona između stopala i obuće i udobnost) već, kao i ostali dijelovi prvog odjavnog sloja, moraju efikasno odvoditi znoj od kože i omogućiti mu evaporaciju, a da pritom ne zadržavaju znoj u svojoj strukturi. Za izradu takvih čarapa i ostalih dijelova prvog odjavnog sloja u novije se doba koriste vlakna visoke tehnologije poput Coolmaxa, Capilene, koja kapilarnom osmozom odvlače znoj od kože prema vanjskim odjevnim slojevima, a termofiziološka udobnost funkcionalnih čarapa osnovni je preduvjet za dobivanje udobnosti čarapa pri nošenju [5, 6].

2. Eksperimentalni dio

Zadatak eksperimentalnog dijela ovog rada bilo je prikupljanje antropometrijskih podataka lijevog i desnog stopala 50 mladića studentske populacije i izrada muških čarapa prema dobivenim podacima. Prije početka skeniranja ispitanici su upoznati s metodama i procedurama eksperimenta.

2.1 Digitalizacija muških stopala

Prevođenje trodimenzionalnog oblika ljudskog stopala u digitalni oblik izvršeno je primjenom 3D skenera za stopala, Pedus, tt. Human Solutions, Germany (slika 1a), a beskontaktno uzimanje mjera stopala potrebno za proizvodnju čarapa izvršeno je bez prisustva ispitanika, uporabom programskog paketa ScanWorx, slika 1b [7, 8].

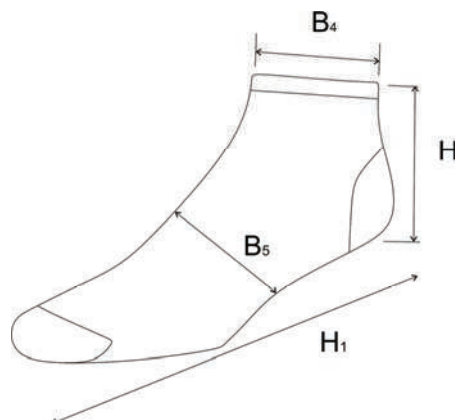


Slika 1: a. Skeniranje stopala pomoću laserskog skenera za stopala Pedus, Human Solutions; b. automatsko mjerenje stopala primjenom programskog paketa ScanWorx [8].

Dobivene mjere statistički su obrađene na temelju broja razreda i određene su veličine čarapa. Dobiveni podatci su nadalje korišteni za izradu modela muških kratkih čarapa [8].

2.2 Tehnički zahtjevi za čarape i dijelove čarapa

Prema hrvatskim normama utvrđeni su tehnički zahtjevi tekstilnih sredstava osobne zaštite i opreme čarapa i dijelova čarapa jakih steznika (steznika za visoku kompresiju) koji se koriste kao sredstva zaštite nogu, a prilikom pakiranja moraju biti označene i oznakom: „Sredstvo osobne zaštite - čarapa, blagi steznik“. Ovaj se standard odnosi na: čarape duge, čarape natkoljenice, čarape dokoljenice, čarape kratke, koljenice, dio čarapa. Standard se odnosi na čarape izrađene od materijala koje im daju stupanj elastičnosti i kompresiju utvrđeno odredbama ovog standarda. Postojeći standard HRN F.G1.612 propisuje osnovne mjere za veličinu čarape, pri čemu duljina stopala određuje veličinski broj čarape, slika 2 [9-13].



Slika 2: Oblik kratke čarape s glavnim izmjerama pri čemu je H – duljina čarape, H₁ – duljina stopala čarape, B₄ – polovica opsega u visini gležnja, B₅ – polovica opsega stopala [13].

Sustav veličina i oznaka čarapa utvrđen je standardom HRN F.G0.010, pri čemu oznake veličine čarapa ovise o duljini stopala, a standard propisuje sljedeće:

- način održavanja veličina čarapa i čarapa s gaćicama
- oznake veličine čarapa i čarapa s gaćicama
- mjere stopala osoba kojima su proizvodi namijenjeni [9].

Ovisno o duljini stopala osobe kojoj je čarapa namijenjena, čarape za muškarce i žene, označuju se konvencionalnim brojevima od 8,5 do 12,5, tablica 1.

Tablica 1: Označivanje veličina čarapa za muškarce i žene [9]

Oznaka veličine čarape	Duljina stopala (cm)
8,5	23
9	24
9,5	25
10	26
10,5	27
11	28
11,5	29
12	30,5
12,5	32

2.3 Pletenje muških čarapa

Za izradu uzoraka kratkih muških čarapa korišten je jednocilindrični čaraparski automat, talijanskog proizvođača Coloso, model XP6, promjera cilindra 95 mm (3 3/4 inča), sa 168 igala, tj. finoće E14. Automat ima dva pletača sustava i ukupno 16 vodiča za dovođenje pređa različitih finoća, boja, struktura ili sirovinskih sastava. Obodna brzina cilindra programski je promjenjiva i može iznositi do 1,25 m/s (ili do 240 ok./min.). Brzina cilindra ovisi o dijelu čarape koji se izrađuje, kvaliteti i broju pređa s kojima se plete, složenosti uzorka koji se izrađuje, istrošenosti radnih elemenata stroja i drugo. U ovom slučaju optimalna radna brzina cilindra iznosila je 1 m/s (ili 200 ok./min.), a pri izradi pete čarape i prijelaza pletenja s jednog na drugi dio čarape, brzina je iznosila 0,5 m/s (ili 100 ok./min.). Čaraparski automat radi u CAD/CAM sustavu [13].

3. Rezultati i rasprava

U istraživanju je ukupno sudjelovalo 50 mladića. Provedena su antropometrijska mjerenja lijevog i desnog stopala. Srednje vrijednosti izmjerenih mjera prikazane su u tablici 2.

Tablica 2: Prosječne vrijednosti izmjerenih mjera muških stopala u centimetrima

	Duljina stopala	Opseg rista	Širina stopala	Opseg pete
Min	23,50	16,60	9,00	31,40
Max	30,00	27,10	11,05	39,05
\bar{x}	26,81	24,24	9,90	34,51
σ^2	1,71	2,28	1,29	2,51
σ	1,31	1,51	1,14	1,58

Zbog lakšeg snalaženja, dobivenim je mjerama duljine stopala dodana usporedna veličina za cipele i veličine čarapa, tablica 3. Naime, u većini evropskih zemalja koristi se tzv. francuski bod (jedna veličina iznosi 2/3 cm odnosno 0,66 cm) za duljinu stopala što je ujedno i veličina obuće. Ljudi najčešće ne znaju veličinu svojeg stopala u centimetrima nego u veličini obuće. Dobiveni rezultati su uvršteni u tri veličinska razreda odnosno tri veličine čarapa. Kako se radi o muškim čarapama za odrasle osobe veličine muških čarapa su 9, 10 i 11 iako standard propisuje i polovične veličine koje su zanemarene zbog dovoljne elastičnosti čarape. Izmjerene dimenzije stopala statistički su obrađene u Microsoft Office Excel tako da se odredila učestalost pojave neke veličine u postotcima radi planiranja proizvodnje. Iz tih podataka je vidljivo da je veličina 9 zastupljena sa 16%, 10 sa 60% i 11 sa 24%.

Tablica 3: Dobni razredi prema duljini stopala, veličine cipele i veličini čarape

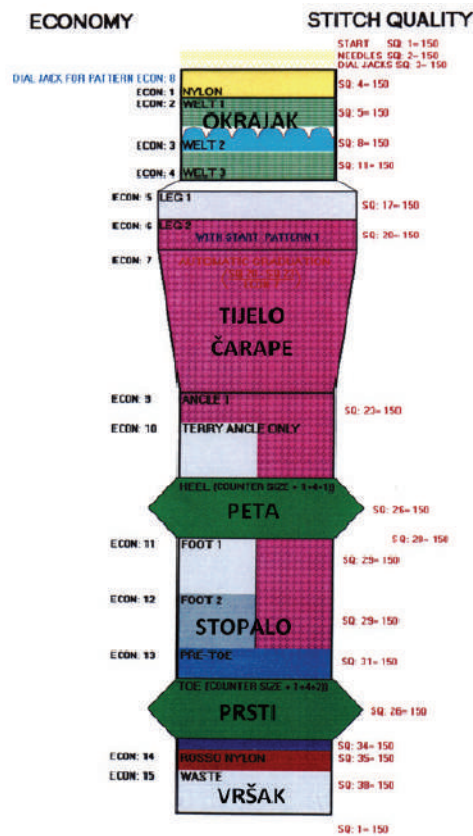
Redni broj razreda	Granice razreda	Veličina cipele	Veličina čarape	f_i	f_r
1.	23,49 – 25,69	35 - 38	9	8	16,0
2.	25,69 – 27,89	39 - 41	10	30	60,0
3.	27,89 – 30,09	42 - 45	11	12	24,0

Za pletenje čarapa na stroju, izrađena je shema na računalu u CAD-CAM programu XP6. U programu je izabran broj igala za stroj (u ovom slučaju 168) te se nakon toga u dijelu programa za izradu uzorka crtao uzorak i odabrani vodiči pletiva za pojedinu boju uzorka. Korišten je glavni sustav vodiča a slobodni vodiči koje je moguće koristiti su 2, 3, 4, 5, 6 te vodiči na drugom sustavu 5, 6, 7, 8, 9. Nakon toga su u glavnom dijelu programa definirani parametri čarape, tj. vrsta okrajka - gumice (jednostruka, dvostruka), zatim vrsta pletiva tijela čarape (glatko, polupliš ili puni pliš) vrsta pete (obična ili y peta) i vrsta vrška čarape (rub za šivanje). Kada je čarapa programirana, u tablicu se unose upravljačke vrijednosti koja daju duljinu čarape, Tablica 4.

Tablica 4: Redovi očica po dijelovima čarape i odjevnim veličinama

Mjesto upravljačke vrijednosti	Broj upravljačke vrijednosti	Broj redova		
		Vel. 9	Vel. 10	Vel. 11
Okrajak	1	3	3	3
	2	3	3	3
	3	1	1	1
	4	1	1	1
	5	1	1	1
Tijelo čarape	6	10	10	10
	7	1	1	1
	9	1	1	1
	10	36	36	36
Peta	11	1	1	1
Prsti	11	1	1	1
Stopalo	12	131	140	148
	13	5	5	5
	14	2	2	2
Vršak	15	7	7	7

Dubina kuliranja daje gustoću čarapi a time rastezljivost odnosno širinu čarape. Na slici 3 prikazana je shema čarape po pojedinim segmentima pletenja. Na toj shemi označene su, radi lakšeg praćenja upravljačka mjesta i dubina kuliranja. Kod izrade čarape potrebno je paziti da upravljačko mjesto 1 te dubine kuliranja 1, 2, 3, 4 pletu poliamid u gumici. upravljačko mjesto 2, 3, 4 te dubine kuliranja 5, 8, 11 plete okrajak, tj. gumicu u čarapi. Upravljačka veličina 5, 6, 7, 9, 10 te dubine kuliranja 17, 20, 23, plete tijelo čarape. Stopalo pete upravljačko mjesto 11, 12, 13 i dubine kuliranja 28, 29, 31. S upravljačkim iznosom pete istovremeno se u tabeli podešavaju i prsti. Upravljačko mjesto mora biti jednaka u ovom slučaju iznosi 35. Vršak za šivanje rade upravljačke veličine 14, 15 te dubine kuliranja 35, 38. Kod ispunjavanja parametara za dubinu kuliranja potrebno je paziti da bude ista na broju 1, 2, 3, 4, a iznosi -80, zatim dubine kuliranja 5, 8, 11 gdje stavljamo vrijednost -30, za dubine kuliranja 17, 20, 23, 26, 28, 29, 31 upisuje se vrijednost -20 i dubine kuliranja 35 i 38 vrijednost -50 [8].



Slika 3: Shematski prikaz upravljačkog programa u izradi čarape i dubina kuliranja [8].

Gustoća se mijenja ovisno o vrsti i boji materijala koji se koristi za pletenje. Dubine kuliranja mogu se podešavati u rasponu od -150 do + 150 odnosno od najmanje do najveće gustoće očica [8].

4. Zaključci

Antropometrijskim mjerenjem stopala studentske populacije pomoću 3D laserskog skenera za stopala prikupljeni su podatci o prosječnim vrijednostima duljine i opsega stopala čije su vrijednosti bile korištene u izradi muških kratkih čarapa. Time je zaokružena jedna cjelina i prikazano na koji način bi u budućnosti trebalo koristiti napredak tehnologije. Upotrebom 3D skenera u vrlo kratkom roku dolazi se do velikog broja morfoloških podataka stopala koji se dalje mogu koristiti ne samo u proizvodnji čarapa nego u cijelom nizu drugih djelatnosti kao što su proizvodnja obuće i ortopedskih pomagala. Moguće je obraditi ciljane skupine ljudi koji svojim proporcijama odstupaju od mase ili su profesije koja zahtijeva visoku termofiziološku udobnost, npr. sportaši, vatrogasci, policija i dr. Rezultati ovog mjerenja ohrabruju i upućuju na daljnja istraživanja upotrebom i drugih suvremenih metoda kao što je dinamički skener i geometrijska morfometrija [14, 15] čime bi se precizno mogle odrediti morfološke osobitosti stopala i hoda uvjetovane dinamikom života, a primjena rezultata na funkcionalnom dizajnu čarapa doprinijeti rasterećenju vanjskih utjecaja na taj dio tijela. Moguće je dizajnirati oblik čarape koja odgovara morfologiji stopala i time omogućiti prevenciju nastanka žuljeva, rana, abrazije, a uporabom pređe s klimatskom regulacijom moguće je postići termofiziološku udobnost.

Literatura

- [1] Ujević, D. i sur.: Priručnik za mjeritelje HAS-a, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb (2004)
- [2] Karabegović, I.: Geometrijske značajke i antropometrija ljudskog tijela, U *Hrvatski antropometrijski sustav*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, ISBN 953-7105-09-1, Čakovec, (2006), str. 79-81.
- [3] Povijest čarapa, *Dostupan na* <http://hr.wikipedia.org/wiki/%C4%8Carapa>, *Pristupljeno:* 2012-06-03
- [4] Osnovne sirovine za izradu čarapa, *Dostupan na* <http://atija.awardspace.com/>, *Pristupljeno:* 2012-06-03
- [5] Gudlin Schwarz, I. i sur.: Materijali i tehnologija čarapa 21. Stoljeća, *Zbornik radova 5. međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo*, Ujević, D., Penava, Ž., str. 83-86,

ISSN 1847-2877, Zagreb, siječanj 2012, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, Hrvatska (2012)

- [6] Ružica, Č. & Andrassy, M.: *Vlakna*, Zrinski d.d. ISBN 953-155-089-1, Čakovec, (2005)
- [7] Human Solutions, GmbH. 2005. ScanWorx, User Guide, Version 2.9. Kaiserslautern, Germany.
- [8] Kolarić, T.: *Antropometrijska mjerenja stopala i izrada muških čarapa*, diplomski rad, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, rujan (2012)
- [9] HRN F.G0.010.
- [10] HRN F.G1.611.
- [11] HRN F.G1.612.
- [12] Vrljičak, Z. & Pavlović, Ž.: Dimenzijska nestabilnost kratkih čarapa, *Tekstil*, **60** (2014) 1-2, str. 27-40, ISSN 0492 - 5882
- [13] Vrljičak, Z. & Kovač, A.: Projektiranje i izrada kratkih čarapa, *Tekstil*, **60** (2011) 4, str. 149-159, ISSN 0492 - 5882
- [14] Domjanić, J. et al: Geometric morphometric footprint analysis of young women, *Journal of Foot and Ankle Research*, **6** (2013) 27, str. 1-8, ISSN 1757-1146
- [15] Bookstein, F.L. & Domjanić, J.: Analysis of the Human Female Foot in Two Different Measurement Systems: From Geometric Morphometrics to Functional Morphology, *Collegium Antropologicum*, **38** (2014) 3, str. 855–863, ISSN 1848-9486

Zahvala

Autori zahvaljuju poduzeću Angel-tim na sveobuhvatnoj pomoći prilikom izrade eksperimentalnog dijela ovog rada.

Autori:

Tomislav KOLARIĆ, mag. ing. text. techn
Škola za Modu i dizajn
Prilaz baruna Filipovića 30, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 3773 133

Fax: +(385) (1) 3703 437

E-mail: tomislav.kolaric@zg.t-com.hr

Prof. dr. sc. Darko UJEVIĆ; Dr. sc. Jacqueline DOMJANIĆ, viši asistent
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 3712 572

Fax: +(385) (1) 3712 599

E-mail: darko.ujevic@tff.hr
jacqueline.domjanic@tff.hr

VLAČNA SVOJSTVA NETKANOG TEKSTILA ZA PUNILA

TENSILE PROPERTIES OF NONWOVEN TEXTILE FOR WADDINGS

Dragana KOPITAR; Zenun SKENDERI & Romana BOSEK

Sažetak: Netkani je tekstil karakterističan proizvod određenih svojstava koja se projektiraju s obzirom na njegovu namjenu. Njegova primjena u industriji namještaja nije široka, međutim netkani tekstil je bitan čimbenik i nezaobilazni dio proizvoda industrije namještaja. Najzastupljeniji oblici proizvoda od netkanog tekstila u industriji namještaja su filčevi i punila. U ovom istraživanju ispitana su vlačna svojstva uzoraka s namjenom za punila različitih površinskih masa proizvedenih od poliesterskih vlakana. Uzorci su izrađeni mehaničkim postupkom izrade runa na grebenaljci s valjcima učvršćeni termičkim postupkom koristeći vrući zrak. Površinske mase uzoraka kreću se od 46 g/m² do 168 g/m². Porastom površinske mase (porast broja položenih slojeva runa) raste debljina i voluminoznost netkanog tekstila, prekidna sila, čvrstoća i rad prekida za sve uzorke u oba smjera uzorka. Prekidna sila, čvrstoća i rad prekida veći su u poprečnom smjeru.

Abstract: Nonwoven textile is a characteristic product with certain properties that are constructed according to its purpose. Its application in furniture industry is not wide, but it is an important factor and essential part of the furniture products. The most common forms of nonwoven products used in furniture industry are felt and wadding. The tensile properties of polyester wadding samples with different mass per unit area were investigated. The web were produced by a mechanical process on the roller card machine and bonded by thermal process using hot air. Mass per unit area of samples ranged from 46 g/m² to 168 g/m². An increase in mass per unit area (increase in the number of laid layers of web) increases its thickness and voluminosity, maximum force, tenacity and work to break for all samples in both directions. Breaking force, tenacity and work to rupture are higher in the cross direction.

Cljučne riječi: netkani tekstil, poliester, industrija namještaja, vlačna svojstva.

Keywords: nonwoven textile, polyester, furniture industry, tensile properties.

1. Uvod

Netkani tekstil postaje sve značajniji tekstilni proizvod upravo zbog njegove široke primjene. U 2016. godini u svijetu se predviđa proizvodnja od oko 100 mil. tona vlakana. Od navedene količine na netkani tekstil bit će utrošeno oko 10 mil. tona [1]. Razmjerno mali, ali važan tržišni segment netkanog tekstila je i industrija namještaja. Posteljno rublje (toplinska zaštita) i zimski gornji odjevni predmeti odjevnog industrije (futer), odnosno, proizvodi koji se koriste kao punila uglavnom se izrađuju iz poliesterskih (PET) vlasastih vlakana. Karakteristika punila je voluminoznost strukture i značajna izotropna usmjerenost vlakana. Uređenost vlakna i njihova orijentacija značajni su čimbenici utjecaja na strukturu i mehanička svojstva, posebno na omjer čvrstoće smjera u uzdužnom i poprečnom smjeru (MD/CD, MD - Mashine Direction, CD – Cross direction) [2]. Tako se umetanjem izotropnog valjka između glavnog bubnja i skidača na grebenaljkama s valjcima može postići omjer čvrstoće MD/CD od 3,0 do 0,5 [3]. Oblikovana runa se učvršćuju po nekom od postupaka nakon čega nastaje netkani tekstil. Pored učvršćenja runa iglanjem, vodenim mlazom, ultrazvukom, kemijskim vezivnim sredstvima, infracrvenim zračenjem, svakako značajno mjesto danas ima termičko učvršćenje, bilo kalandriranjem ili toplim zrakom [4]. Termičko učvršćenje vrućim zrakom danas se gotovo redovito primjenjuje za voluminozna runa koja se koriste za industriju namještaja te za toplinsku zaštitu u posteljnom rublju i gornjoj zimskoj odjeći [5].

Cilj je ovog rada definirati vlačna svojstva mehanički izrađenog netkanog tekstila na grebenaljkama i termički učvršćenog vrućim zrakom površinskih masa u rasponu od 46 g/m² do 168 g/m².

2. Eksperimentalni dio

Uzorci netkanog tekstila za punila različitih površinskih masa od poliesterskih vlakana proizvedeni su mehaničkim postupkom dobivanja runa, učvršćenog termičkim postupkom korištenjem vrućeg zraka. Površinske mase uzoraka kreću se od 46 g/m² do 168 g/m². Na uzorcima su provedena ispitivanja površinske mase, debljine i vlačnih svojstava.

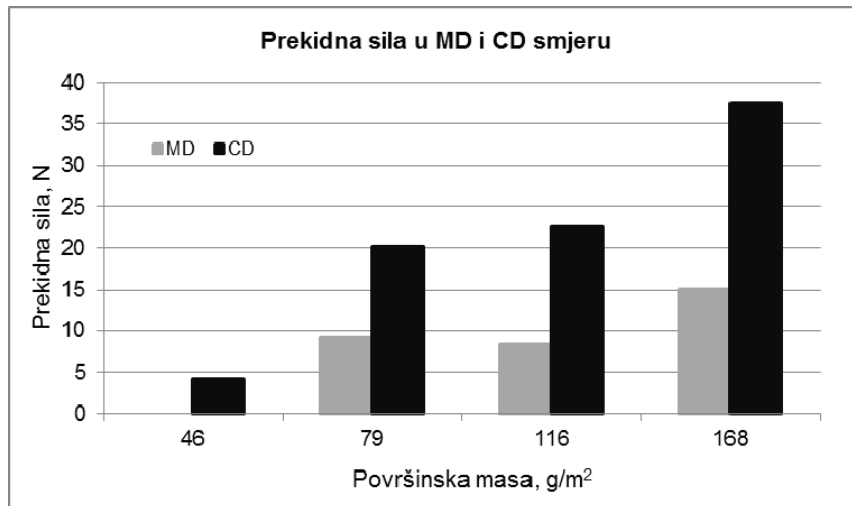
Određivanje površinske mase proizvoda izvršeno je prema normi HRN EN ISO 9073-1:1989, dok se debljina netkanog tekstila ispitala prema normi HRN EN ISO 9073-2:1995 pomoću debljinomjera [6].

Vlačna svojstva ispitana su prema normi ISO 9073-3:1992 na dinamometru TEXTECHNO STATIMAT M [6].

3. Rezultati i rasprava

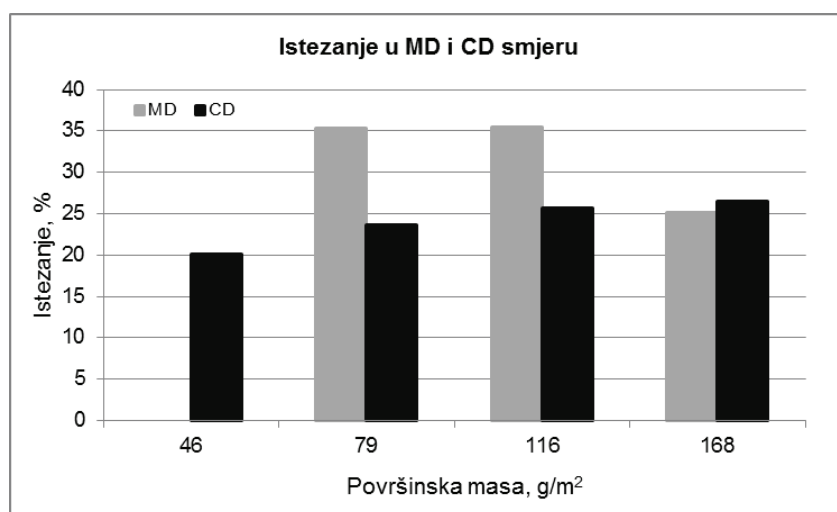
Rezultati ispitivanja svojstva uzoraka s primjenom za punila dani su na slikama 1-4. Na slici 1 se vidi da porastom površinske mase po jedinici površine raste i debljina svih uzoraka. Porastom površinske mase raste i debljina uzoraka, gdje je između uzoraka C i D vidljivo je najveće povećanje debljine.

Prilikom ispitivanja vlačnih svojstava za uzorak najmanje površinske mase od 46 g/m², prekidne sile u MD smjeru nisu se mogle ispitati jer su vrijednosti bile premale da bi ih registrirao dinamometar. Kod ostalih ispitanih uzoraka vrijedi da porastom površinske mase raste i prekidna sila u oba smjera proizvodnje (MD – Machine Direction; uzdužan smjer i CD – Cross Direction; poprečan smjer).



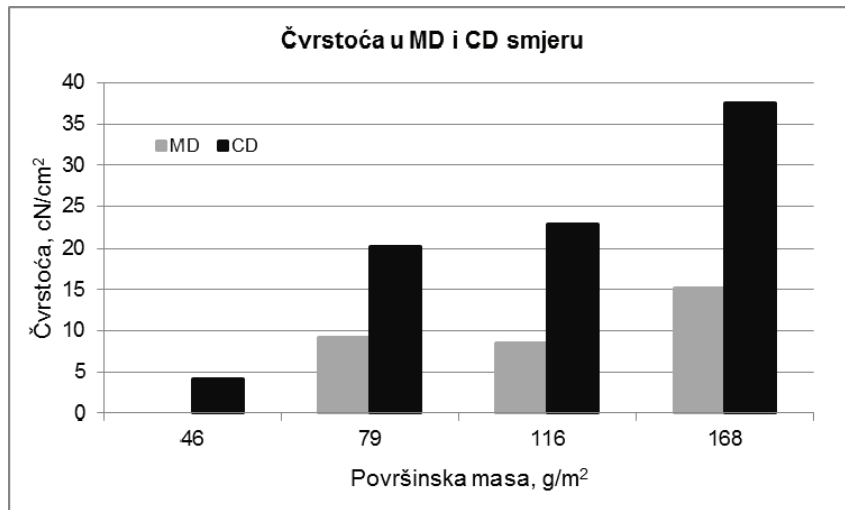
Slika 1: Prekidna sila netkanog tekstila u MD i CD smjeru

U poprečnom smjeru (CD) svi uzorci imaju veću prekidnu silu kao posljedicu procesa proizvodnje. Pri mehaničkom procesu formiranja runa na grebenalji s valjcima vlakna se paraleliziraju, izravnavaju i u proizvedenom runu/kopreni pretežito su uzdužne usmjerenosti, a prilikom polaganja runa na križnom polagaču usmjerenost je većine vlakana u poprečnom smjeru. Orijentacija vlakana u netkanom tekstilu utječe na njegova prekidna svojstva. Na slici 1 vidljivo je da porastom površinske mase, razlika između prekidne sile u MD i CD smjeru raste. Tako je kod uzorka površinske mase 80 g/m² prekidna sila u CD smjeru veća za 121 % s obzirom na MD smjer, dok je kod površinske mase 168 g/m² prekidna sila u CD smjeru veća za 148 % (tablica 1, slika 1).



Slika 2: Prekidno istežanje netkanog tekstila u MD i CD smjeru

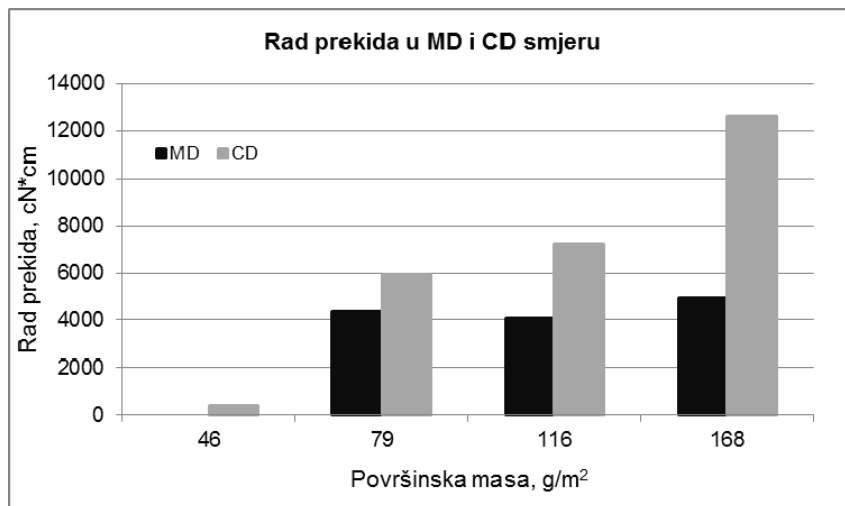
Porastom površinske mase prekidno istezanje u uzdužnom smjeru (MD) pada, dok u poprečnom smjeru (CD) prekidno istezanje raste. Vrijednosti prekidnog istezanja za uzorke B (80 g/m^2) i C (115 g/m^2) veća su u uzdužnom smjeru (MD), gdje je prekidno istezanje u CD smjeru je manje za 33,0 % odnosno 27,7 % u odnosu na MD smjer (slika 2). Kod uzorka najveće površinske mase od 168 g/m^2 (uzorak D) u smjeru CD ima nešto veće prekidno istezanje za 5,6 % u odnosu na smjer MD.



Slika 3: Čvrstoća netkanog tekstila u MD i CD smjeru

Čvrstoća uzoraka raste porastom površinske mase, a u poprečnom smjeru (CD) je veća za sve uzorke. Porast čvrstoće u smjeru CD za uzorak površinske mase 80 g/m^2 je 121,1 %, za uzorak površinske mase 115 g/m^2 je 169,8 5, dok je za uzorak najveće površinske mase od 168 g/m^2 iznosi 148,4 %.

Jednak trend vidljiv je i za rad prekida, odnosno porastom površinske mase rad prekida raste gotovo za sve uzorke u oba smjera. Odstupanje od navedenog dobiveno je kod uzorka C za MD smjer (površinska masa 115 g/m^2) koji ima rad prekida manji od uzorka manje površinske mase (80 g/m^2), tj. uzorka B. Rad prekida uzorka C je manji za 6,5 % u odnosu na rad prekida uzorka B, što je unutar uobičajenih granica odstupanja.



Slika 4: Rad prekida netkanog tekstila u MD i CD smjeru

4. Zaključak

Na temelju ispitanih parametara i dobivenih rezultata može se zaključiti:

- Porastom površinske mase raste debljina svih ispitanih uzoraka u ovom istraživanju.
- Porastom površinske mase prekidna sila u oba smjera uglavnom raste; u CD smjeru svi uzorci imaju veću prekidnu silu u odnosu na MD smjer.
- Porastom površinske mase prekidno istezanje u MD smjeru pada, dok u CD smjeru prekidno istezanje raste; vrijednosti prekidnog istezanja veća su u MD smjeru za površinske mase 79 g/m^2 i

116 g/m², dok uzorak površinske mase 168 g/m² u CD smjeru ima veće prekidno istezanje za 5,6 % u odnosu na MD smjer.

- Čvrstoća uzoraka raste porastom površinske mase; u CD smjeru je veća u odnosu na MD smjer za sve uzorke.
- Porastom površinske mase (porast broja položenih slojeva runa) raste debljina netkanog tekstila, čime uglavnom raste rad prekida u oba smjera za sve uzorke; rad prekida veći je u poprečnom smjeru.

Literatura

- [1] *Dostupno na www.cirfs.org, Pristupljeno: 2015-01-01.*
- [2] Russell, S. J.: *Handbook of nonwovens*, Woodhead publishing in textiles, ISBN 978-1-85573-603-0, USA, (2007), str. 198-214
- [3] Lin, J. H. et al: Effect of Fiber Arrangement on the Mechanical Properties of Thermally Bonded Nonwoven Fabrics, *Textile Research Journal*, **73** (2003) 11, str. 917-920, ISSN 0040-5175
- [4] Albrecht, W.; Fuchs, H. & Kittelmann, W.: *Nonwoven fabrics*, ISBN 3-527-30406-1, Weinheim (2003), str. 42-58
- [5] Bhat, G. S.; Jangalaand, P. K. & Spruiell, J. E.: Thermal bonding of polypropylene nonwovens: Effect of bonding variables on the structure and properties of the fabrics, *Journal of Applied Polymer Science*, **92** (2004) 6, str. 3593-3600, ISSN 1097-4628
- [6] Čunko, R.: *Ispitivanje tekstila*, ISBN 86-329-0180-X, Zagreb, (1995.)
- [7] Čunko, R. & Andrassy, M.: *Vlakna*, Zrinski d.d., UDK-953-155-089-1, Čakovec, (2005.)
- [8] Kisilak, D. et al: Značajni utjecaji na funkcionalna svojstva gotovog netkanog proizvoda, *Tekstil*, **56** (2007) 2, str. 166-173, ISSN 0492-5882

Zahvala

Rad je dio istraživanja s Potpore znanstveno-istraživačkom radu Sveučilišta u Zagrebu za 2014. god., „Termofiziološka udobnost obuće i tekstila“, šifra: TP1.91

Autori:

Doc. dr. sc. Dragana KOPITAR

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 3712 574

Fax: +(385) (1) 3715 533

E-mail: dragana.kopitar@ttf.hr

Prof. dr. sc. Zenun SKENDERI

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28^a, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 3712 577

Fax: +(385) (1) 3715 533

E-mail: zenun.skenderi@ttf.hr

Romana BOSEK

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28^a, HR-10000 Zagreb

Tel:

Fax:

E-mail:

MALA CRNA HALJINA INSPIRIRANA STILOM AUDREY HEPBURN

LITTLE BLACK DRESS INSPIRED BY AUDREY HEPBURN'S STYLE

Danijela LIVIĆ; Renata HRŽENJAK; Ksenija DOLEŽAL & Blaženka BRLOBAŠIĆ
ŠAJATOVIĆ

Sažetak: Rad prikazuje stil Audrey Hepburn koji se tijekom vremena transformirao, njezin utjecaj na modu i inspiraciju mnogim ženama da naglase osobne vrijednosti koje ih čine posebnima, te je stoga bila inspiracija za vlastitu autorsku kolekciju. Na primjeru male crne haljine prikazani su konstrukcija kroja i prototip modela usklađenih s današnjim željama i potrebama mladenačke populacije.

Abstract: The paper presents the style of Audrey Hepburn which has transformed over time, her influence on fashion and inspiration for many women to emphasize personal values that make them special, and therefore the inspiration for the author's collection. On the example of the little black dress, there are presented a pattern construction and prototype model which are consistent with today's needs and desires of youthful population.

Ključne riječi: autorska kolekcija, Audrey Hepburn, mala crna haljina, konstrukcija kroja.

Keywords: author collection, Audrey Hepburn, little black dress, pattern construction.

1. Uvod

Audrey Hepburn je jedna od rijetkih (a vjerojatno i jedina) kojoj je uspjelo pojaviti se u samom vrhu lista: najboljih glumica, najljepših žena svih vremena, najvećih zvijezda Hollywooda, najvećih svjetskih humanitaraca, najzapamćenijih povijesnih ličnosti i dakako, najvećih modnih ikona. Audrey nije oblikovao Hollywood, naprotiv, ona je ta koja je pokazala Hollywoodu kako se žena treba dotjerivati. Pobudila je snove gledatelja elegancijom i dječaćkimi šarmom.

Dolazi na scenu u godinama nakon Drugoga svjetskog rata. To je vrijeme ekonomskog rasta, obnovljenog optimizma i velike promjene položaja žena u svijetu. Žene su odlazile na posao u sve većem broju, obrazovale se na sveučilištima, slijedile svoje snove. Kao i uvijek, ta novostečena sloboda odrazila se na modu. S dozom europske elegancije i američkog sportskog duha, Audrey Hepburn zakoračila je u samo središte stoljeća američkog života savršeni izgledom koji zrači. Dizajner Michael Kors tvrdi da žene i danas nose odjeću o kojoj ne razmišljaju pretjerano, ali da nije bilo Audrey Hepburn, najvjerojatnije to ne bi s lakoćom nosile. Audrey je popularizirala dječaćki izgled, *dolčevitu*, uske *kapri* hlače, ekstravagantne tamne naočale, visoki struk, i uske košulje stegnute u struku i ugrane u hlače ili suknju. Njen osobni stil bio je toliko jedinstven da je Cecil Beaton napisao u *Vogue*: „Nitko prije Drugoga svjetskog rata nije izgledao poput nje, a sada se pojavilo tisuću imitacija.“

Kako se 20. stoljeće primicalo kraju, ljudi su pokazivali nemarnost u odijevanju ili nedostatak mašte i sirovosti. Osoba trajnih karakternih osobina poput Audrey, bila je antiteza ondašnjih, ali i današnjih modnih ikona. Bila je žena velikog stila i gracioznosti koje danas svijetu nedostaju. Dakako, uspjeh preko noći zapravo nikada ne nastaje preko noći. Prihvaćanju publike obično su prethodile brige i neuspjeli pokušaji da bi se stiglo do željenoga cilja. Audrey je, već kao mlada žena, instinktivno usvojila takav stil dok je koračala kroz život s puno nade i nepokolebljive vjere u samu sebe. Neki kritičari smatraju da je njezin utjecaj na modu bio jednostavno pitanje pravoga trenutka. Pojavila se u 50-ima kad je društvo bilo spremno proširiti granice prihvaćanja mode i standarda ljepote [1-3].

1.1 Pojava male crne haljine u ženskoj garderobi

Prije nego što je postala modni kult, mala crna haljina služila je samo za izražavanje žalosti. Za njen redizajn (bez rukava i dužine malo iznad koljena) u modnom smislu, zaslužna je modna kreatorica Coco Chanel. Kad je 1926. godine *Vogue* objavio skicu jednostavne crne haljine, opisao ju je kao Chanelov Ford, što je tih godina bio sinonim za popularnost i dostupnost. Upravo je tako rođena mala crna haljina. S vremenom je mala crna haljina postala i dio kolekcija visoke mode. Dva osnovna postulata mode – istinska elegancija leži u jednostavnosti i crna boja ističe žensku ljepotu do savršenstva – osigurali su joj takav uspjeh.

Svaka je era razvijala malu crnu haljinu u vlastitom smjeru: u 30-im godinama prošlog stoljeća mala crna haljina je bila uniforma fatalne žene, u 50-ima bila je simbol seksepilnoga glamura, a u 80-ima bila je osnovni dio *rock'n'roll* generacije. Najpoznatija i najslavnija mala crna haljina je ona koju je Audrey Hepburn nosila u *Doručku kod Tiffanyja*, snimljenom 1961. godine (slika 1).



Slika 1: a. Audrey Hepburn odjevena u malu crnu haljinu [4], b. Audrey Hepburn u filmu „Doručak kod Tiffanyja“ [5]

Haljinu je dizajnirao Hubert de Givenchy, a bila je odraz klasike, elegancije i profinjenosti. Haljina je obilježena kao jedna od najlegendarnijih odjevnih predmeta u povijesti 20. stoljeća i vjerojatno najslavnija *little black dress* svih vremena.

I danas, mala crna haljina ostaje univerzalni dio ženske garderobe, bez obzira na godine, stil i sezonu. I dalje je nezaobilazna na *crvenom tepihu*, ali i najčešći izbor za svakodnevne, poslovne i ležerne kombinacije [1-3].

Zbog navedenog autorica kolekcije (Danijela Livić) odlučila je prikazati najprije autorsku kolekciju inspiriranu stilom Audrey Hepburn, a zatim konstrukciju kroja i prototip modela upravo male crne haljine.

2. Eksperimentalni dio

Eksperimentalni dio rada sastoji se od dva dijela. Prvi dio obuhvaća kreiranje kolekcije likovnim prikazom modnih crteža, a drugi dio obuhvaća konstrukciju odabranog modela odjevnog predmeta.

2.1 Kreiranje kolekcije inspirirane stilom Audrey Hepburn

Autorska kolekcija inspirirana je Givenchyjevim kreacijama, koje se temelje na nekoliko važnih odjevnih predmeta po čemu je Audreyin stil bio poznat, a to su večernje i koktel haljine, duge haljine ravnoga kroja bez rukava, te baloneri. Ova autorska kolekcija zamišljena je za hrabru, sofisticiranu i elegantnu ženu s daškom europske elegancije jednostavnog stila (slika 2).

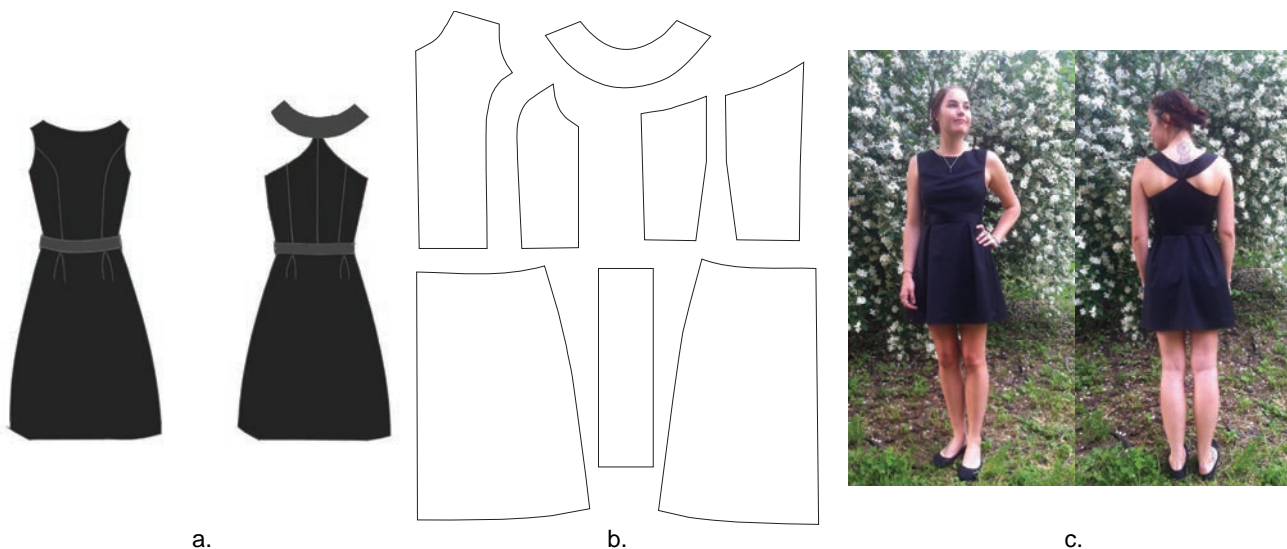
Kolekcijom dominiraju odjevni predmeti struktiranoga kroja, prevladava jednostavnost te udobni i fini pamučni i svileni materijali. Prevladavaju crni i bijeli tonovi koji opisuju Audreyinu gracioznost, a tonovima u boji dočarava se njena razigranost, prirodna ljepota i šarm [3].



Slika 2: Autorska kolekcija inspirirana Givenchyjevim kreacijama i stilom Audrey Hepburn [3]

2.2 Konstrukcija kroja i izrada modela male crne haljine

Po uzoru na inspiraciju kreiranja kolekcije izrađena je mala crna haljina (slika 3).



Slika 3: Mala crna haljina: a. skica modela, b. krojni dijelovi, c. prototip modela

3. Rezultati i rasprava

Odabrani model za konstrukciju kroja [3, 6] je mala crna haljina po uzoru na onu koju je Audrey Hepburn nosila u *Doručku kod Tiffanyja*. Temeljna razlika je u duljini haljine koja je prilagođena mladenačkom i ležernom stilu autorice. Prednji dio haljine sastoji se od četiri dijela, a stražnji dio od šest dijelova. Gornji dio prednjeg i stražnjeg dijela izrađen je po *princess* kroju, a modeliran prema skici modela. Na prednjem i na stražnjem donjem dijelu nalaze se po dva nabora, jer je haljina rezana u struku. Haljina je proširena na duljini. Zatvarač je na bočnom šavu. Haljina ima u struku pojas prišiven na bočnim šavovima. Pojas i modelirani dio stražnjeg izreza izrađeni su od drugog materijala.

4. Zaključak

Proučavajući život Audrey Hepburn, vidljiv je njen izniman stil upravo zato što joj je pristajao tako dobro; nije slijepo pratila trendove, nego je prateći svoj život i shvaćajući svoje tijelo, uvijek birala ono što joj je savršeno odgovaralo.

Poput Audrey, svi mi možemo steći samopouzdanje i izvući maksimum iz sebe te razviti vlastiti modni instinkt. Pokazala nam je novi način života, moderniju, pametniju alternativu koju su žene mogle izvući iz svih aspekata života. Kao Coco Chanel, ona ne samo da je promijenila način odijevanja žena već je zauvijek utrla put novom načinu razmišljanja u odijevanju, definiciji ljepote [3].

Kroz razvoj kroja i prototip modela male crne haljine prikazana je sva jednostavnost pristupa oblikovanju odjeće primjerene ležernom i nesputanom odijevanju današnje mladenačke populacije.

Literatura

- [1] Clarke Keogh, P.: *Audrey style*, Aurum Press Ltd., ISBN 1-85410-645-7, London, (1999)
- [2] Nourmand, T.: *Audrey Hepburn, the Paramount years*, Pan Macmillian Publishers Ltd., ISBN 0-8118-5802-2, UK, (2006)
- [3] Livić, D.: Audrey Hepburn kao inspiracija za autorsku kolekciju, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (2014)
- [4] *Dostupan na:* <http://www.audrey1.org/archives/69/gallery-image/709/>, *Pristupljeno:* 2014-11-28
- [5] *Dostupan na:* <http://www.audrey1.org/archives/69/gallery-image/>, *Pristupljeno:* 2014-11-28
- [6] Ujević, D.; Rogale, D. & Hrastinski, M.: *Tehnike konstruiranja i modeliranja odjeće*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, ISBN 978-953-7105-36-5, Zagreb, (2010.)

Autori:

Danijela LIVIĆ, univ. bacc. ing. text., Dr. sc. Renata HRŽENJAK, Dr. sc. Ksenija DOLEŽAL, Dr. sc. Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28 a, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 37 12 561

Fax: +(385) (1) 37 12 599

E-mail: renata.hrzenjak@ttf.hr
ksenija.dolezal@ttf.hr
blazenka.brlobasic@ttf.hr

VODA KAO INSPIRACIJA ZA INTERDISCIPLINARNO UČENJE PLETENIH STRUKTURA I DIZAJNA PLETIVA

WATER AS AN INSPIRATION FOR INTERDISCIPLINARY TEACHING OF KNITTED STRUCTURES AND KNITWEAR DESIGN COURSES

Alenka PAVKO ČUDEN; Almira SADAR; Andrej VILAR & Petja ZOREC

Sažetak: *Zajednički studij tekstila i modnog dizajna na Odjelu za tekstil Sveučilišta u Ljubljani, Slovenija, razvija analitičko i konceptualno razmišljanje u prilog projektno orijentiranog i timskog načina rada. Tehnološko poznavanje pletenih struktura uključeno je u obaveznom kolegiju Tkane i pletene strukture. Pletenje kao dizajnerska mogućnost integrirano je u kolegije Dizajn tekstila i Dizajn odjeće. Da bi se studentima ponudilo cjelovitije razumijevanje složenosti pletenih struktura izvan utvrđene nastavne prakse, inspirativni pristup proširen je s kolegija dizajna na kolegij pletenih struktura. Inspirativna tema kolegija Dizajn odjećena drugoj godini studija 2013./14. bila je "voda".*

Abstract: *The joint study of textile and fashion design at the Department of Textiles of the University of Ljubljana, Slovenia, develops analytical and conceptual thinking in support of project-oriented and team work methods. Technological expertise in knitted structures is included in the mandatory courses Woven and Knitted Structures. Knitting as a design possibility is integrated into Textile Design and Fashion Design courses. To offer students a more comprehensive understanding of the complexity of knitted structures outside the established teaching practice, an inspirational approach was expanded from the knitting design course to the knitting technology course. The inspirational theme of the fashion design course in 2013/14, in the second year of study was "water".*

Ključne riječi: *pletenje, pletene strukture, modni dizajn, inspiracija, studijski program.*

Keywords: *knitting, knitted structure, fashion design, inspiraton, study programme.*

1. Introduction

In addition to textile engineering study programme, Department of Textiles at the Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana, Slovenia, offers programmes in the field of graphics, media, interactive communications, and textile and fashion design. Within a few decades, Textile and Fashion Design Programme has become a modern, interesting and internationally comparable study. Although based within a rather technologically oriented faculty, its concept and teaching methods are similar to those applied at art academies. The joint study of textile and fashion design develops analytical and conceptual thinking in support of project-oriented and team work methods, directed at solving design issues of the broadest possible scope and at recognising rapid changes in the profession and in the culture in general. Designing innovative concepts is based on various methods of gathering information, observation, development and presentation. Through a balanced structure of courses, students develop independent design creativity and critical observation, while at the same time acquiring the necessary knowledge of textile technology, history of art, sociology, marketing, economics and the tools for virtual presentation of their ideas. They gain the capacity to plan, support and manage the realisation of design projects that nowadays surpass the traditional orientation [1].

2. Project based learning and learning by doing

Critical features of Project Based Learning (PjBL) are that students actively engage with authentic tasks that become the vehicles for further learning. Students determine what they will need to know and how and where to find it. They constantly monitor their understanding. The use of collaborative teams is integral and the instructor provides appropriate scaffolding and acts as a mentor who pushes the students to deeper learning through questioning and challenging assumptions [2].

The teacher's main role in PjBL is to facilitate the tutorials in which the pedagogical aim is to create a space for reasoned discourse in which they can evaluate student learning, develop problem-solving skills and promote critical thinking. The PjBL curriculum progresses with a sequence of independent inquiries and regular tutorials. The teacher seeks to gradually withdraw their support and expertise while encouraging students to accept more responsibility for group facilitation as a key part of their learning experiences [3-6].

The idea of "learning by doing" enables the acquisition of practical knowledge that can hardly be taught out of a textbook, but can be activated successfully through experience. In teaching Knitted structures and Knitwear design, practical knitting can significantly contribute to mastering possibilities and limitations of the selected material, knitting machine, sewing technique and after-treatment.

3. Joint knitting design and knitted structures course

Technological expertise in knitted structures is an important part of the content of the design programme at the Department of Textiles. It is included in the compulsory courses Woven and Knitted Structures [7]. Knitted structures have been taught by a technology teacher and supported by practical work in knitting laboratory and knitted structures simulation by CAD programmes in computer laboratory. Within the courses, the students learn about the construction and manufacturing techniques of basic weft and warp knitted fabrics. They get acquainted with raw material, yarn and knitted structure impact on the appearance, performance, quality and intended use of knitted fabrics and knitwear. Within the Knitted Structures course, the students also manage symbolic representations of various weft and warp knitted structures (structural representation, yarn path, notation).

Knitting as a design possibility is integrated into courses Textile Design and Fashion Design in the form of project work. The design courses have been taught by design teachers and focused to fashion design by exploring and experimenting in the frame of inspirational work, developing creative ideas and transferring the selected ideas into collections with a strong articulated concept.

The syllabuses of the Knitted Structures and Textile and Fashion Design courses have been complemented, nevertheless, they have been taught separately. The contents and the objectives of the both courses have been conceptually closely related, even inter-dependent, however there has been no direct connection between the implementation of the courses. Poor correlation can mainly be attributed to the complex schedule of diverse lectures taught by both, technology and design teachers, established practice of teaching technological topics, and concise syllabuses, which all together make it difficult to carry out the team-oriented design projects within the standard study programme for the rather big group of 30 design students enrolled in each study year.

To offer students a more comprehensive understanding of the complexity of knitted structures outside the established teaching practice, an inspirational approach was expanded from the knitting design course to the knitting technology course. Extra teaching hours were devoted to the realization of the project as the implementation of the study programme does not envisage simultaneous teaching or consulting of two or more teachers.

4. Experimental: Project "Water"

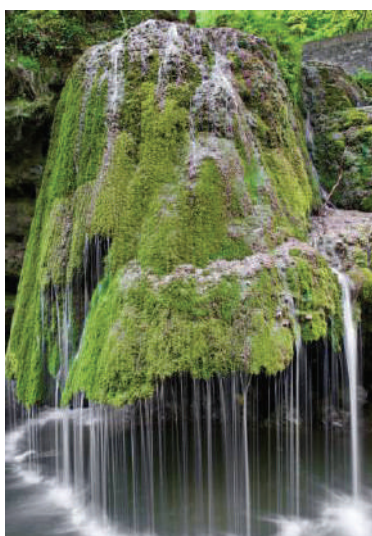


Figure 1: Nina Glavič: inspirational photo

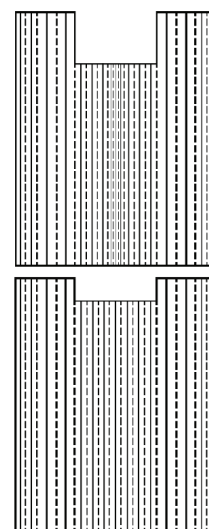


Figure 2: Nina Glavič: technical sketch (top: front, bottom: back)

The inspirational theme of the fashion design course in the 2013/14 second year was “water”. Each student selected a photo which presented the water in any form; it served as an inspiration for the knitted structure and a knitwear style. For the practical work, students were divided into three groups. The first group focused into design possibilities offered by mastering basic knitted structures while the other two groups were involved in achieving adequate visual effects by sewing and felting.

For all the projects only the remains of various yarns available in the knitting laboratory were used. No special yarn orders were made. Knitting was performed on 6E hand knitting machines with basic patterning possibilities. Woolen single jersey intended for felting was knitted on a 12E Shima Seiki SES 122 RT machine. Structural 3D felting was achieved by preserving some areas of the woolen knitted fabrics in non-felted state by stretching over an inserted object and tying to prevent felting, followed by a machine washing at high temperature. 3D textures were also obtained by combining knitting and various sewing techniques.

During the knitwear creation process, each student weekly consulted the mentoring team. The mentoring team simultaneously and comprehensively commented on each student’s design drafts from both, technological and design point of view. After the practical part of the project had been completed, the internal exhibition was organized at the department. Then, the photo-shooting in the photo studio followed to obtain professional fashion photos of each knitwear piece.



Figure 3: Pullover: mysterious, youthful, playful, twisted, covered (Designed by Nina Glavič)

5. Results: innovative knitwear



Figure 4: Dress: translucent, tender, dotted, innocent, concealed (Designed by Urška Hvalica)



Figure 5: Pullover: compact, colorful, ribbed, springtime, embracing (Designed by Eva Jakopič)



Figure 6: Pullover: hot, playful, light, flirtatious, free (Designed by Špela Zelko)



Figure 7: Knitwear designed by Nena Hribar



Figure 8: Knitwear designed by Estera Lovrec



Figure 9: Knitwear designed by Tea Eršte

6. Conclusion

The teaching experiment resulted in a series of very innovative and attractive knitted garments on one hand and practical knowledge of complexity of knitted structures on the other. Furthermore, students became aware that mastering very basic as well as more comprehensive knitted structures in connection with the raw material used for knitting is essential for transferring design ideas into a final knitted product. They also learned that very effective solutions can be a result of an innovative approach to a basic knitted structure while on the other hand a complex structure doesn't necessarily bring the expected superior visual effect.

References

- [1] Jenko, M. et al: *We put on information: Bologna programmes*, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles, ISBN 961-6045-36-9, Ljubljana, (2006)
- [2] Barron, B. J. S. et al. Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning, *Journal of the Learning Sciences*, **7** (1998) 3/4, pp. 271–311, ISSN 1050-8406
- [3] Spronken-Smith, R. & Harland, T.: Learning to teach with problem-based learning, *Active Learning in Higher Education*, **10** (2009) 2, pp. 138-153, ISSN 1469-7874
- [4] Barrows, H. S.: *The Tutorial Process*, Southern Illinois University, School of Medicine, ISBN 0931369258, Springfield, Illinois, (1998)
- [5] Barrows, H. S. & Tamblyn, R. M.: *Problem-Based Learning – An Approach to Medical Education*, Springer, ISBN 13 978-0826128416, New York, (1980)
- [6] Hmelo-Silver, C. E. & Barrows, H. S.: Goals and Strategies of a Problem-Based Learning Facilitator, *The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, **1** (2006) 1, pp. 21–39, ISSN 1541-5015
- [7] Pavko-Čuden, A. & Sluga, F.: New study programs at the Department of Textiles, University of Ljubljana, Slovenia, *43. kongres IFKT : Knitting today & tomorrow* (CD ROM), Plovdiv, October 2006, Scientific and Technical Union of Textiles, Ready-Made Clothing, and Leather Products, Plovdiv, Bulgaria, (2006)

Authors:

Assoc. Prof. Alenka PAVKO CUDEN, Ph.D.; Prof. Almira SADAR; Andrej VILAR, B.Sc.; Petja ZOREC, Assis.
Department of Textiles, Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana
Snežniška 5, SI-1000 Ljubljana, Slovenia
Tel: +(386) (1) 200 32 00

Fax: +(386) (1) 200 32 70

E-mail: alenka.cuden@ntf.uni-lj.si
almira.sadar@ntf.uni-lj.si
andrej.vilar@ntf.uni-lj.si
petja.zorec@gmail.com

RAČUNALNI PROGRAM ZPPAINT ZA DIZAJN JACQUARD TKANINA

COMPUTER SOFTWARE ZPPAINT FOR JACQUARD FABRICS DESIGN

Željko PENAVALA; Željko KNEZIĆ & Tomislava VILUS

Sažetak: U radu je istražena mogućnost korištenja programa zpPaint kao jednostavnog softvera za dizajniranje i pripremu uzornice za Jacquard tkanine. Pomoću navedenog programa može se napraviti ispis uzornice u zahtijevanoj podjeli tkalačkog papira. U taj proces uključeni su koraci koji obuhvaćaju crtanje i uređivanje dezena, pridruživanje boja dezenu, pripremanje vezova i pretvaranje rasterskog oblika Jacquard dezena u uzornicu. Program zpPaint je jednostavan, ekonomičan program za dizajn Jacquard tkanina, te je koristan početnicima koji žele naučiti dizajnirati Jacquard tkanine. Također, ovaj program služi za pripremu uzornice za stroj za bušenje elektronskih karta ili za elektronski Jacquard stroj.

Abstract: This paper investigates the possibility of using the program zpPaint as a simple software for designing and preparing the weave design for Jacquard fabrics. By using above mentioned program, weave design print in required graph count can be made. This process involves steps that include drawing and editing designs, applying colours to design, preparing weaves marks and converting the Jacquard design of raster pixel form into graph paper form. The program zpPaint is a simple, cost-effective program for designing Jacquard fabrics, and it is useful for beginners who want to learn how to design Jacquard fabrics. Also, this program is used to prepare weave design for electronic Jacquard weaving or electronic card punching machine.

Ključne riječi: dezen, uzornica, skica, tkalački papir, Jacquard dizajn, stroj za bušenje kartica.

Keywords: colour design, weave design, design, graph count, Jacquard design, card punching machine.

1. Uvod

Posljednjih nekoliko godina svjedoci smo ubrzanog i snažnog razvoja tekstilnog estetskog dizajna kao i razvoja modeliranja tekstilnih struktura uz pomoć CAD/CAM sustava [1]. Na početku ovog stoljeća računalno podržano projektiranje estetskog dizajna postalo je uobičajeni način pripreme proizvodnje tkanina i ostalih tekstilnih plošnih proizvoda. CAD (računalom potpomognuto oblikovanje) / CAM (računalom potpomognuta izrada) tehnologija je danas visoko zastupljena u svim aspektima tekstilne industrije u razvijenom svijetu [2, 3]. U tekstilnoj industriji, koriste se mnogi CAD sustavi za dizajniranje žakardskih tkanina kao što su: Bonas, EAT The DesignScope Company, Pointcarré, Nedgraphics, Pixel Art. CAD sustav se obično koristi za obavljanje nekoliko glavnih funkcija:

- Jacquard motiv iz vektorske slike treba pretvoriti u rastersku sliku sa zahtijevanim brojem osnovinih i potkinih niti. Obično se žakardska skica izravno crta na monitoru u obliku rastera [4],
- editiranje skenirane/nacrtae slike da se dobije pravilni oblik. Svaki obojani dio slike zahtijeva određeni vez [5],
- primjena različitih vezova u različitim dijelovima slike da se dobije uzornica,
- pretvaranje uzornice da bude prikladna za upotrebu na elektronskom Jacquard tkalačkom stroju, odnosno na elektronskom stroju za bušenje karata [6].

Općenito, da bi se izvele gore navedene funkcije dostupni su različiti alati i opcije u programu za dizajn Jacquard tkanina koje se mogu se podijeliti u dvije kategorije. Prva kategorija obuhvaća osnovno crtanje, editiranje i alate za bojanje i služi za realizaciju prve dvije funkcije. Druga kategorija sadrži specijalne opcije, alate i izbornike za realizaciju preostale dvije funkcije. U ovom je radu analizirana upotreba različitih alata i opcija u programu zpPaint koji služe za crtanje i izvođenje funkcija uređivanja (editiranja), te za primjenu vezova na različite dijelove dezena.

2. Izrada i opis programa zpPaint

Program je napisan pomoću razvojne okoline Microsoft Visual Studio 2008. Prikazani program zpPaint je modularno implementiran tako da omogućuje daljnju nadogradnju i poboljšanja prema novim zahtjevima korisnika. Osnovni prozor programa zpPaint prikazan je na slici 1a. Program je izrađen za Microsoft Windows operativni sustav i služi za crtanje jednostavnih crteža u rasterskoj formi. Većina alata za osnovno uređivanje (editiranje), crtanje u zpPaintu su više ili manje jednaka alatima koji su u svakom programu za

dizajn žakardskih tkanina. Osnovna namjena programa je, osim crtanja žakardskih skica u rasterskoj formi, pridruživanje određenih boja pojedinim dijelovima slike i popunjavanje tih površina određenim vezom. Za prve dvije funkcije (crtanje i uređivanje) kao što su rezanje, kopiranje, lijepljenje, rotiranje razvlačenje, softverski alati su isti za zPaint i dizajn Jacquard tkanina. Ostale tri funkcije (primjena oznaka veznih točaka, priprema elektronskih vezova ili karata za bušenje) nisu jednake u zPaint i Jacquard dizajnu. U zPaintu veličina Jacquard motiva koji se vidi na ekranu ovisi o razlučivosti ekrana. Ako je razlučivost ekrana 80 dpi ($200/80 = 2,5$ inch) onda se dezen širine 200 piksela i visine 200 piksela vidi kao $2,5 \times 2,5$ inča veličine na prvoj razini povećanja. Kada je kompletni dezen ispisan, veličina ispisanog motiva ovisi o razlučivosti pisača. Ako je razlučivost pisača 100 dpi (dots per inch), dizajn 200×200 piksela ispisan je u veličini 2×2 inča ($200/100 = 2$ inch) što predstavlja ispisan Jacquard motiv u boji. Kada je dizajn povećan do osme razine povećanja s uključenom opcijom mreže, isprekidane linije grafa se pojavljuju između proširenih piksela. U programu zPaint primjenjuju se vezne točke za kreiranje uzornice na zahtijevanom podijeljenom tkalačkom papiru sa simbolima te se koristi i za ispis uzornice. Ukratko, zPaint je jednostavan, ekonomičan program za dizajn Jacquard tkanina, te je koristan početnicima koji žele naučiti dizajnirati Jacquard tkanine.

3. Primjena programa zPaint pri izradi uzornice

Slika 1c se sastoji iz tri dijela: podloga (plavi efekt), stranice kvadrata (crveni efekt), unutrašnjost kvadrata (žuti efekt). Kreiranjem 200 piksela širine i 200 piksela visine (200×200 piksela) priprema se Jacquard dizajn u veličini 200 niti osnove i 200 niti potke. Na slici 1c, kao i kod stvarnog tehnološkog postupka, jedna boja odgovara jednom tipu veza. Jedna "točka" odnosno "piksel" slike odgovara preplitanju jedne niti osnove s jednom niti potke. Tako je plavom efektu pridružen vez satin A $1/4$ (2), crvenom efektu je pridružen platno vez P $1/1$ i žutom efektu je pridružen vez satin A $4/1$ (3). Izrada uzornice iz rasterskog Jacquard dezena provodi se u četiri koraka: crtanje i uređivanje dezena, pridruživanje boja dezeniu, priprema vezova, pretvaranje dezena u uzornicu.

3.1 Crtanje i uređivanje dezena

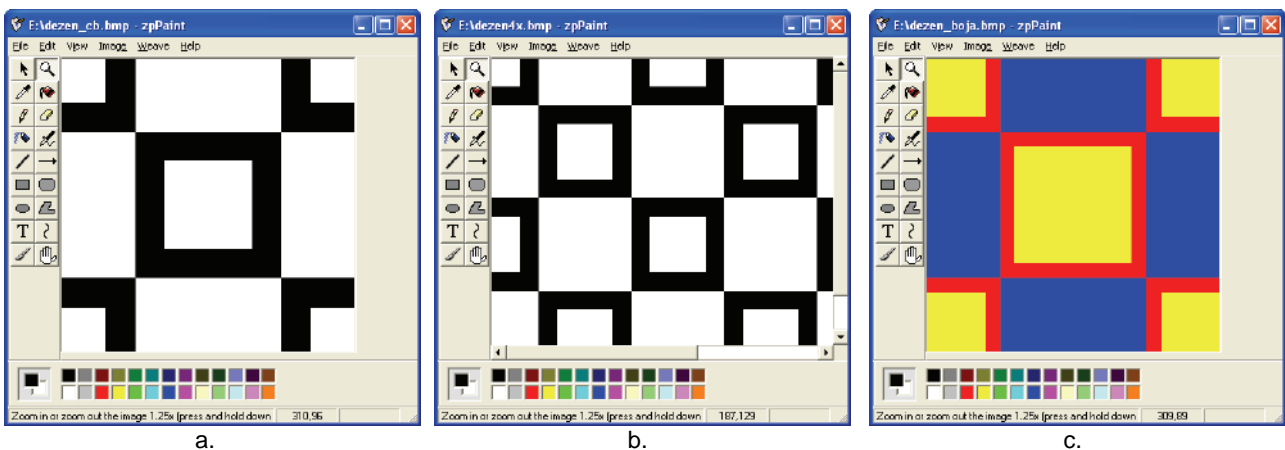
Otvaranjem nove datoteke 200×200 piksela, koja predstavlja Jacquard dizajn veličine 200 niti osnove \times 200 niti potke, dezen se crta izravno na računalo. U drugom slučaju dizajn se skenira u 200 niti osnove \times 200 niti potke, te se nakon toga uređuje. Likovni elementi se crtaju crnom bojom preko bijele podloge (slika 1a). Po završetku dezen se sprema kao "dezen_cb.bmp" datoteka. Za provjeru kontinuiteta dezena udružuje se četiri ponavljanja dezena i sprema kao "dezen4x.bmp" (slika 1b).

3.2 Pridruživanje boja dezeniu

Najprije se broj boja u dezeniu reducira na broj korištenih vezova. Rezultat je dezen u kojemu ima točno onoliko boja koliko ima vezova. To je zato jer se za svaku različitu boju može primijeniti samo jedan vez. Da bi se dobila tri različita efekta, koriste se tri različite boje u pojedinim dijelovima slike.

1. efekt (boja 1): cijela je podloga ispunjena plavom bojom kojoj se pridružuje satin vez A $1/4$ (2)
2. efekt (boja 2): stranice kvadrata su ispunjene crvenom bojom kojoj se pridružuje platno vez P $1/1$
3. efekt (boja 3): unutrašnjost kvadrata je ispunjena žutom bojom koja prikazuje satin vez A $4/1$ (3)

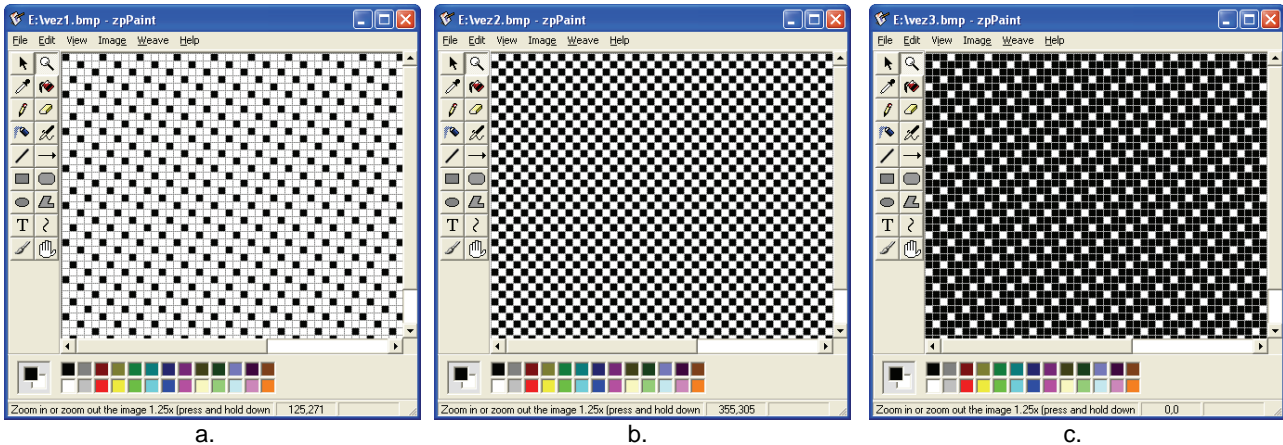
Dizajn se potom sprema kao "dezen_boja.bmp" datoteka (slika 1c). Boje koje su se primjenjivale u dijelovima dizajna ne smiju biti crna niti bijela. To je zato što bi se tada oznake veznih točaka preklopile s crnom površinom koja ima bijelu pozadinu.



Slika 1: Žakardska skica: a. crno bijela; b. 4 puta ponovljena; c. u boji

3.3 Priprema vezova

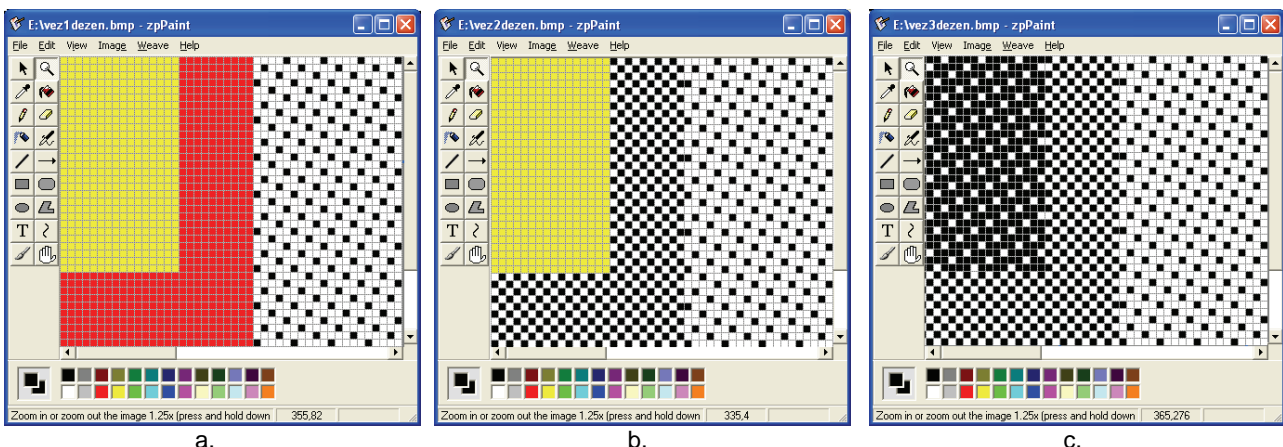
Potrebno je otvoriti novu datoteku veličine 200 niti osnove i 200 niti potke. Prvo treba nacrtati jedno ponavljanje 5-nitnog satin veza u 5 x 5 piksela s crnom bojom na bijeloj pozadini. Korištenjem *Copy* i *Paste* opcije iz menija *Edit*, cijeli prostor se pupuni s 5-nitim satin vezom, tj. ponovljen je 39 puta po širini i 39 puta po visina dezena. Sada se cjelokupan satin vez spremi kao datoteka pod nazivom "vez1.bmp" (slika 2a). Na isti način se pripremi i drugi vez veličine 200 niti osnove i 200 niti potke za platno vez i spremi kao datoteka naziva "vez2.bmp" (slika 2b). Kao i prethodna dva veza pripremi se i saten vez te spremi pod nazivom "vez3.bmp" (slika 2c).



Slika 2: Vezovi: a. satin A 1/4 (2); b. platno P 1/1; c. saten A 4/1 (3)

3.4 Pretvaranje dezena u uzornicu

Za svaku boju u dezeniu "dezen_boja.bmp" datoteka (slika 1c), odgovarajuća (pripadajuća) oznaka vezne točke primjenjuje se pomoću pseudokoda. Kada se plava boja zamijeni sa satin vezom, uzornica je spremljena pod imenom datoteke "vez1dezen.bmp" (slika 3a). Crvena boja se zamijeni s platno vezom i spremi pod imenom datoteke "vez2dezen.bmp" (slika 3b). Zatim se žuta boja zamijeni sa saten vezom i spremi pod imenom datoteke "vez3dezen.bmp" (slika 3c). Nakon završetka primjene svih vezova, konačna uzornica se sprema kao "ukupni_vez_dezen.bmp" datoteka (slika 3c). Crna boja označuje osnovinu veznu točku, a bijela boja potkinu veznu točku. Ova datoteka se može izravno koristiti kod strojeva za bušenje elektronskih karata ili na elektronskim Jacquard strojevima bez ikakvog tiskanja uzornice.



Slika 3: Zamjena boja s vezovima: a. boja 1 zamijenjena s vezom 1; b. boja 2 zamijenjena s vezom 2; c. boja 3 zamijenjena s vezom 3

Pseudokod koristi se kao tekstualni oblik prikaza algoritamskih koraka s formaliziranim programskim strukturama, odgovara redosljedju pojavljivanja programskih izraza pri konkretnoj implementaciji u programskom jeziku. Izgled pseudokoda za pretvaranje dezena u uzornicu pomoću programa zPaint:

```
Otvoriti datoteku "dezen_boja.bmp"  
Za n := 1 do ukupnog broja boja u dezenu činiti  
{  
    Sve selektirati i kopirati datoteku  
    Otvoriti datoteku s vezom n  
    Zadržati boju n za boju pozadine;  
    Selektirati "Transparent Background" opciju  
    Zalijepiti kopiranu datoteku preko datoteke veza  
    Boju n zamijeniti datotekom veza n  
    Spremiti datoteku kao vez n dezen datoteku  
}  
Spremiti datoteku kao "ukupni_vez_dezen.bmp"
```

4. Zaključak

Klasičan način crtanja Jacquard uzornica, gdje se u punoj širini i visini ucrtavaju vezne točke iziskuje mnogo rada i vremena, Jacquard uzornica ponekad sadrži i do nekoliko milijuna kvadratića, tj. veznih točaka i vrijeme potrebno za ucrtavanje vezova u takve uzornice traje ponekad i više od mjesec dana. Primjenom računala, koje centralno preuzima sve kontrolne funkcije i upotreba suvremenih elektronskih komponenti doprinijeli su da se vrijeme potrebno za izradu žakardske karte znatno smanji, a također i veliku uštedu vremena kod crtanja uzornice. Ovom je analizom je prikazana metoda kako tekstilni dizajneri mogu učinkovito postojeći zPaint alat koristiti kao jednostavan Jacquard grafički dizajn softver u svrhu razvijanja Jacquard dizajna s oznakama veznih točaka i ispisati skicu. Prikazana metoda je veoma korisna za dizajnere koji su početnici u dizajniranju i koristi se za pretvaranje Jacquard dizajna u uzornicu koja će se koristiti za elektronski Jacquard, a također i za elektronske kartice kod strojeva za bušenje. Korisna je i dizajnerima kod pretvaranja uzornice u grafički ispis za upravljanje mehaničkih strojeva za bušenje karata. Dakle, dizajneri Jacquard dezena, prije nego krenu koristiti bilo koji program za Jacquard dizajn, mogu se temeljito uvježbati koristeći program zPaint i slijedeći jednostavne korake za uređivanje dezena, uređivanje pojedinog veza, pridruživanje vezova određenoj boji kao i ispisa uzornice.

Literatura

- [1] Orešković, V. & Penava, Ž.: Computer Designing and Jacquard Fabric Patterning by Curve-Designed Weaves, *3rd International Conference on New Products and Production Technologies for a New Textile Industry*, Kiekens, P., str. 346-347, Ghent, 06.1999., Belgium
- [2] Orešković, V.; Penava, Ž. & Schwarz, I.: Fitting Pictures to Curve and Positioning Shapes in the Pattern Repeat, *Book of Proceedings of 3rd ITC&DC 2006 - Magic World of Textiles*, Dragčević, Z., str. 871-876, ISBN 953-7105-12-1, Dubrovnik, Croatia, October 2006., University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, Zagreb, (2006)
- [3] Orešković, V.; Penava, Ž. & Oljača, M.: New method of creating technological pattern drafts for double-faced fabrics (double satin and posters), *Book of Proceedings of the 2nd International Textile, Clothing & Design Conference*, Dragčević, Z., str. 251-256, ISBN 953-7105-05-9, Dubrovnik, Croatia, October 2004., University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, Zagreb, (2004)
- [4] Penava, Ž.; Sukser, T. & Basch, D.: Computer Aided Construction of Reinforced Weaves Using Matrix Calculus, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, **17** (2009) 5, str. 43-48, ISSN 1230-3666
- [5] Penava, Ž. & Kovačević, S.: Računalna obrada tartan tkanina, *Tekstil*, **54** (2005) 1, str. 61-68, ISSN 0492 - 5882
- [6] Penava, Ž. & Orešković, V.: Dogradnja i računalno upravljanje postojećim strojem za kopiranje s funkcijom direktnog bušenja žakardskih karata, *Tekstil*, **54** (2005) 4, str. 145-152, ISSN 0492 - 5882

Autori:

Izv. prof. dr. sc. Željko PENAVA; Dr. sc. Željko KNEZIĆ, dipl. ing.; Tomislava VILUS, univ.bacc.ing.techn.text.
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel.: +(385) (1) 3712 576 Fax: +(385) (1) 3712533

E-mail: zeljko.penava@tff.hr
zeljko.knezic@tff.hr
tomislava.vilus@hotmail.com

PRILAGODBA DIZAJNA I FUNKCIONALNO OBLIKOVANJE ORTOPEDSKE OBUĆE

DESIGN ADJUSTMENT AND FUNCTIONAL MOLDING OF ORTHOPAEDIC FOOTWEAR

Slavenka PETRAK & Marina OREŠKOVIĆ

Sažetak: U radu je prikazan proces razvoja, funkcionalnog oblikovanja i izrade individualnog modela ortopedске obuće kod deformiteta stopala i dijagnoze Chondrodysplasia Rhizomelica Punctata. Cilj je razviti funkcionalno oblikovan model ortopedskih cipela koji će zadovoljiti kriterije anatomske i funkcionalne medicinske pomagala, ali uz postizanje atraktivnog dizajna, primjerenog mladenačkoj dobi korisnice. Izvedeno je 3D skeniranje stopala, računalna analiza i mjerenje stopala te analiza statičkog opterećenja stopala. Opisan je proces računalnog oblikovanja modela kalupa primjenom profesionalnog CAD sustava. Detaljno je objašnjen tehnološki proces izrade individualnog modela ortopedске obuće, po svim fazama izrade: tehnološka faza izrade ortopedskog uloška, tehnološka faza krojenja, tehnološka faza šivanja, tehnološka faza montaže, tehnološka faza završne obrade i kontrole. Prikazan je realiziran model ortopedске obuće u stilu modne tenisice, funkcionalno dizajniran i oblikovan u skladu s dijagnozom i dobi korisnice.

Abstract: The paper presents the development process, functional design and development of individual models of orthopedic shoes with foot deformity and diagnosis Chondrodysplasia Rhizomelica punctata. The aim was to develop a functionally designed model of orthopedic shoes that will meet the criteria of anatomical and functional medical supplies. Another aim was to achieve an attractive design, suitable for the young age of the user. 3D foot scanning, computer-based analysis and measurements as well as the analysis of static foot loading were performed. The paper describes the process of computer-aided design of shoe last model by using a professional CAD system. The technological process of making individual models of orthopedic footwear, at all stages of development: technological stage of making orthopedic insoles, technological cutting phase, technological sewing phase, technological assembly phase, technological finishing phase and finishing and control phase have been elaborated. The realized model of the orthopedic footwear, a fashionable sneakers, functionally designed and designed in accordance with the user's diagnosis and age has been shown.

Кljučne riječi: ortopedska obućа, dizajn obuće, 3D skener za stopala, izrada individualizirane obuće.

Keywords: orthopaedic footwear, footwear design, 3D foot scanner, custom made footwear.

1. Uvod

Ljudska stopala čini složen sklop kostiju, zglobova, mišića i ligamenata, povezanih u vrlo osjetljiv mehanizam. Potreba za ortopedskom obućom proizlazi iz nastalih oboljenja stopala, pa se u praksi najčešće susreće potreba za ortopedskom obućom za dijabetičare i reumatičare, dječjom ortopedskom obućom, specijalnom obućom koja se koristi kod različitih ortoza te uložaka za cipele i njihovih komponenata [1]. Kao takva, potreba za ortopedskom obućom najčešće nije stvar izbora nego neophodno pomagalo pojedincu, kod koje je funkcionalnost oblika modela i ugrađenih materijala od iznimnog značaja. U tom se smislu, ortopedске cipele mogu definirati kao ortopedsko pomagalo za rehabilitaciju i opskrbu patoloških stanja stopala, koje se izrađuju individualno za svakog korisnika i u njih se ugrađuju svi potrebni ortopedsko-tehnički elementi. Postupak razvoja i izrade modela ortopedске obuće zahtijeva ortopedsku, tehnološku i dizajnersku sinergiju. Ortoped kao savjetnik u izradi ima ulogu potaknuti osobu i objasniti joj nužnost nošenja pomagala, pri čemu su od velikog značaja psihološka potpora i stručni savjeti korisniku, bez obzira na težinu prisutnih deformacija stopala. Tehnolog u proizvodnji ortopedске obuće vodi cjelovitu tehnološku pripremu proizvodnje i u suradnji s dizajnerom koordinira proces razvoja od uzimanja mjera i analize stopala, do razvoja individualnog kalupa, uloška ili đona odnosno donjišta obuće. Uloga dizajnera i modelara u razvojnom procesu ogleda se u funkcionalnom oblikovanju individualiziranog modela ortopedске obuće [2]. Pritom se kroz aspekt dizajna nastoji postići vizualno što primjereniji izgled modela u skladu sa željama korisnika, uz ograničenja koja proizlaze iz stupnja prisutne deformacije stopala. Iako su u samom procesu kompleksne izrade ortopedске obuće znanje, vještine i iskustvo modelara nezamjenjivi, u dijagnostici i vrednovanju učinka ortopedске obuće inovativne računalne tehnologije su od velikoga značaja [3]. U nastavku rada bit će prikazan razvojni proces funkcionalnog oblikovanja, prilagodbe dizajna i procesa izrade modela ortopedске obuće, na primjeru mladenačkog modela ženske obuće pri dijagnozi Chondrodysplasia

Rhizomelica Punctata i potrebom za ortopedskom obućom kojoj će se visina donjišta za lijevo stopalo, modeliranjem i oblikovanjem, povisiti za dvanaest centimetara u odnosu na donjište za desno stopalo.

2. Razvojni proces oblikovanja i izrade ortopedske obuće

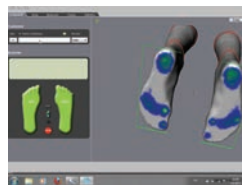
Razvoj i izrada individualnog ortopedskog modela obuće može se podijeliti u dvije faze. Prva faza obuhvaća analizu i određivanje mjera stopala te računalno oblikovanje i izradu individualnog kalupa na temelju odabranog tipa kalupa. Mjere se mogu izmjeriti ručno, konvencionalnom mjernom opremom ili računalno, primjenom suvremenih tehnologija za snimanje stopala i utvrđivanje mjera. Kalup se uobičajeno izrađuje ručnim modeliranjem, dok suvremeni CAD (*engl. Computer Aided Design*) sustavi namijenjeni konstrukcijskoj pripremi u proizvodnji obuće omogućuju računalno oblikovanje kalupa, prema individualnom 3D modelu stopala [3,4]. U radu će biti opisana metoda računalnog 3D skeniranja i određivanja mjera stopala primjenom skenera Bodytronic 300 [5] te metoda modeliranja kalupa u Shoemaster Custom programu [6], koji će se u završnom dijelu izraditi primjenom CNC (*engl. Computer Numeric Control*) glodalice. Druga faza podrazumijeva tehnološki proces proizvodnje ortopedskog modela obuće, a sastoji se od izrade individualnog uloška, prilagodbe dizajna modela, modeliranja, krojenja, montaže te završne obrade i kontrole.

2.1 3D skeniranje, računalna analiza stopala i oblikovanje kalupa

3D skeniranje stopala izvedeno je primjenom 3D skenera za stopala Bodytronic 300, slika 1a, koji omogućuje dobivanje računalnog 3D modela potkoljenice i stopala te vrlo precizno određivanje mjera na potkoljenici i stopalu. Prije skeniranja se koriste specijalizirane dokoljenke s integriranim rešetkama elektroda. Dokoljenke se razlikuju bojom, za lijevo i desno stopalo, slika 1a. Za vrijeme procesa skeniranja koje traje 15 s, rotacioni sustav s kamerom snima stopalo i potkoljenicu, pri čemu se zatvara krug od 360° i pri čemu kamera šalje impulse koji se odbijaju od rešetke elektroda u dokoljenki. Po završetku skeniranja, izvodi se procesiranje podataka u računalu, a kao rezultat na zaslonu monitora se ostvaruje 3D prikaz modela snimljenog stopala i potkoljenice, slika 1b. Također, integrirana platforma omogućuje određivanje statičkog opterećenja stopala. Utvrđene vrijednosti mjera te podataka o opterećenju stopala predstavljaju ulazne parametre za oblikovanje i izradu ortopedskih uložaka odnosno individualnih ortopedskih cipela. Dobiveni podaci o 3D modelu stopala u različitim formatima zapisa mogu se dalje obrađivati u programima CAD model stopala dobiven primjenom skenera Bodytronic 300, osnova je za modeliranje i oblikovanje računalnog kalupa primjenom specijaliziranog CAD sustava i Shoemaster Custom programa, slika 2a. Kako je za modeliranje i prilagodbu kalupa potreban samo model stopala bez potkoljenice, računalni model stopala se početno prilagođuje, odnosno skraćuje do visine koja je potrebna za oblikovanje modela ortopedske obuće. S obzirom da su u bazi podataka pohranjeni različiti tipovi kalupa, namijenjeni oblikovanju različitih stilova obuće, početno je potrebno odabrati model kalupa koji će se računalno prilagoditi obliku stopala, a u skladu sa željenim modelom obuće i prisutnim deformitetom stopala. Nakon odabira modela kalupa, pristupa se analizi mjera i oblika 3D stopala i odabranog 3D kalupa, slika 2b. Pomoću alata i funkcija programa model kalupa se može prilagoditi zahtjevima manjih i većih deformiteta stopala. Osim određivanja i provjere mjera i položaja stopala i kalupa, potrebno je i gradirati kalup kako bi se dobila odgovarajuća dužina kalupa. Nakon detaljnog prilagođivanja i usklađivanja izgleda i mjera kalupa u odnosu na model stopala, zapis o računalnom modelu kalupa primjenjuje se za vođenje CNC stroja za glodanje u procesu izrade i završne obrade realnog kalupa.



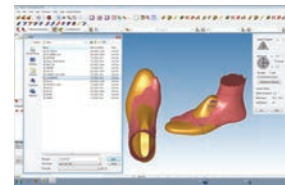
a.



b.



a.



b.

Slika 1: Skeniranje stopala primjenom skenera Bodytronic 300: a. specijalizirane dokoljenke sa rešetkom elektroda; b. prikaz 3D modela stopala na zaslonu monitora

Slika 2: Modeliranje i prilagodba kalupa u Shoemaster Custom programu: a. 3D model stopala i potkoljenice; b. usklađivanje 3D kalupa s 3D modelom stopala

2.2 Tehnološki proces izrade ortopedskih cipela

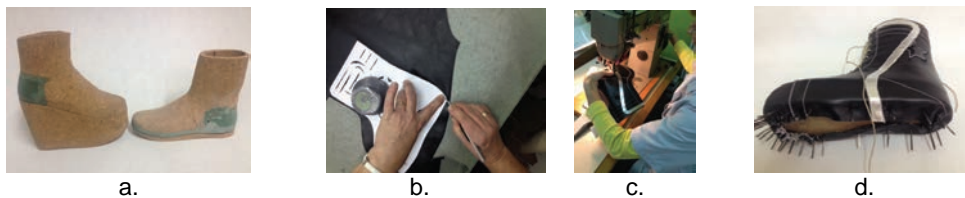
Tehnološki proces izrade individualnog modela ortopedskih cipela sastoji se od sljedećih faza proizvodnje: tehnološka faza izrade ortopedskog uloška, tehnološka faza krojenja, tehnološka faza šivanja, tehnološka faza montaže i tehnološka faza završne obrade i kontrole.

2.2.1. Tehnološka faza izrade ortopedskog uložka

Za razliku od modeliranja konvencionalne obuće kod koje izrađeni kalup predstavlja osnovu za modeliranje gornjišta obuće, kod ortopedske obuće koju je potrebno dizajnirati i modelirati u skladu s prisutnim deformitetom stopala, u prvoj fazi izrade modela oblikuje se i izrađuje ortopedski uložak. Kod navedenog primjera deformiteta stopala, potrebno je na ortopedskom kalupu izraditi ortopedski uložak, pomoću kojeg će se ukupna visina kalupa za izradu cipele za lijevo stopalo povisiti za dvanaest cm u odnosu na kalup za oblikovanje cipele za desno stopalo. Tek prilagođeni model kalupa služi kao osnova za dizajn i oblikovanje modela obuće. Za izradu ortopedskog uložka primjenjuje se specijalna mikroguma debljine 4 mm za izradu baze te pluto, s obzirom na malu površinsku masu i mogućnost oblikovanja. Pluto se izrezuje u slojevima debljine 10 mm, kako bi se postiglo ukupno potrebno povišenje kalupa od 12 cm. Slojevi se spajaju lijepljenjem i oblikuje se uložak, pri čemu se svaki novi sloj zagrijava u specijalnoj električnoj peći. Završno se pomoću vakuum preše izvlači zrak kako bi se postigla željena forma kalupa, odnosno individualnog uložka. Oblikovani različiti modeli kalupa prikazani na slika 3a osnova su za dizajn ortopedskih cipela u stilu modnih tenisica. Pritom se kod dizajna gornjišta pokušava postići što atraktivniji model, kojim će se vizualno uskladiti što više izgled modela za lijevo i desno stopalo i na taj način vizualno djelomično smanjiti razlika u visini kalupa.

2.2.2. Tehnološke faze krojenja i šivanja

Za krojenje lica gornjišta korištena je goveđa napa u crnoj boji debljine 1,2 - 1,4 mm, slika 3b, s ukrasnim dijelovima od srebrne i lak kože. Podstava gornjišta krojena je od juneće podstave debljine 0,7 - 0,9 mm. Krojni dijelovi lica i podstave su krojeni ručno, prema šabonama koje su prethodno modelirane. Lice se sastoji od pet krojnih dijelova: dvije sarice, oglava s jezikom i 2 ukrasna dijela koja se našivaju na vanjske sarice. Podstava se sastoji od podstave oglavka, podstave jezika i podstave sarice. Od dodatnih dijelova gornjišta na unutarnjim saricama je predviđen zatvarač sa svrhom funkcionalnijeg i lakšeg obuvanja, te rinčice. Od ugradbenih dijelova korištena je spužva od 10 mm debljine za kragnu, konitni lubovi i kožne kapice radi zaštite prednjeg dijela stopala. Nakon što su ručno iskrojeni svi krojni dijelovi i istančani rubovi slijedi faza šivanja, u kojoj se spajaju dijelovi gornjišta pomoću jednoiglenog šivaćeg stroja za šivanje gornjišta, slika 3c. Kako bi se šivanje izvelo što preciznije, veći dijelovi gornjišta se najprije spajaju lijepljenjem, a zatim šivanjem. S unutarnje strane ušiva se zatvarač, buše rupice i montiraju rinčice.



Slika 3: Tehnološki proces izrade ortopedskih cipela: a. ortopedski model kalupa s oblikovanim ortopedskim uloškom visine 12 cm za lijevo stopalo i kalup za desno stopalo; b. faza krojenja; c. faza šivanja; d. faza montaže

2.2.3. Tehnološke faze montaže, završne obrade i kontrole

Nakon faze šivanja, gornjište modela se ručno pričvršćuje na kalup, slika 3d, na koji je prethodno pričvršćena temeljna tabanica. Pričvršćeno gornjište se brusi i priprema za lijepljenje donjišta cipele. U izradi individualne ortopedske obuće ponekad se donjište ručno izrađuje od mikrogume ili kože. Kod predmetnog modela ortopedskih cipela primijenjeni su standardni đonovi, kako bi ortopedske cipele što više nalikovale modnim tenisicama, primjereno mladenačkoj dobi i u skladu sa željama korisnice. Stoga je pri izradi ortopedskog uložka izvedeno kopiranje izgleda đona i usklađivanje veličine uložka i gotovog đona. Premda je dužina stopala jednaka zbog nagiba uložka koji ispod pete iznosi 12 cm, na središnjem metatarzalnom dijelu 7 cm i na prednjem dijelu ispod prstiju 3,5 cm, konačne dužine đonova se razlikuju. Zbog toga su primijenjene različite veličine gotovih đonova za lijevu i desnu cipelu. U završnoj fazi izrade ortopedske obuće, važnu ulogu ima završna kontrola. Osim uklanjanja tragova ljepila, čišćenja i pakiranja, detaljno se provjeravaju sve mjere stopala i uspoređuju se s gotovim proizvodom. Ocjenjuje se primjerenost i funkcionalnost izrađenog modela u odnosu na postavljenu dijagnozu korisnika. Izrađuje se kožna presvlaka za uložak i prema potrebi se stavljaju metatarzalni jastučići sa svrhom dodatnog rasterećenja stopala. Kontrolira se visina uložka s povišenjem i bez povišenja. Prema potrebi, izrađeni par cipela prije lijepljenja đona se šalje na probu naručitelju kako bi se utvrdilo jesu li svi uvjeti zadovoljeni, slika 3d. Nakon probe, cipele se vraćaju u proces izrade, stavljaju se ponovno na kalup, izrađuje se đon i time proces izrade završava.

3. Rezultati i rasprava

Izrađeni model funkcionalno dizajniranih i oblikovanih individualnih ortopedskih cipela u stilu modnih tenisica, za korisnicu mladenačke dobi s dijagnozom Chondrodysplasia Rhizomelica Punctata prikazan je na slici 4. Ortopedska obuća kao medicinsko pomagalo, u prvom redu je namijenjena osobama s prisutnim blažim ili jačim deformitetom stopala. Dizajniranje, oblikovanje i izrada ortopedске obuće je zahtjevan proces kod kojeg je potrebno zadovoljiti niz faktora koji će korisniku omogućiti olakšano kretanje, a kod djece korekciju stopala. U tom smislu, funkcionalnost i udobnost modela ortopedskih cipela jedan je od najvažnijih kriterija koje takva vrsta obuće treba zadovoljiti. Uporaba inovativnih računalnih tehnologija u procesu analize i mjerenja stopala te određivanja statičkog opterećenja stopala u velikoj mjeri doprinosi kvalitetnijem oblikovanju individualnih modela ortopedskih uložaka, a primjena suvremenih CAD sustava u procesu oblikovanja kalupa omogućuje vrlo precizno oblikovanje kalupa u skladu s postavljenom dijagnozom, ali i željama korisnika. Time se ujedno postiže i veće zadovoljstvo korisnika jer se funkcionalnim dizajnom i oblikovanjem modela u skladu s dobi i željama korisnika potiče korisnike kojima je to neophodno na uporabu i nošenje ortopedskih cipela.



Slika 4: Izrađeni model individualnih ortopedskih cipela

4. Zaključak

Na prikazanom primjeru mladenačkog modela ortopedskih cipela namijenjenih korisnici s teškim deformitetom stopala, vidljivo je kako se povezivanjem zahtjeva za funkcionalnim oblikovanjem modela s jedne strane te primjerenim dizajnom, može postići zadovoljstvo korisnika, što je osobito važno kod mlađe populacije. Današnja ortopedska obuća se uvelike razlikuje od nekadašnje ortopedске obuće zbog dostupnosti različitih materijala i napredne tehnologije koja potiče i omogućuje funkcionalno dizajniranje i oblikovanje obuće. Funkcionalnim dizajnom se nastoji kod mladih s potrebama za ovakvom obućom potaknuti želja za nošenjem potrebite, i u nekim slučajevima neophodne obuće.

Literatura

- [1] Jannink, M. et al: Effectiveness of Custom-Made Orthopaedic Shoes in the Reduction of Foot Pain and Pressure in Patients with Degenerative Disorders of the Foot, *Foot & Ankle International*, **27** (2006) 11, 974-979, ISSN 1071-1007
- [2] Prelčec, D.: *Modeliranje u industriji obuće I. i II. dio*, Zagreb, 1964.
- [3] Petrak, S. & Rogale, D.: Računalno 3D skeniranje i oblikovanje obuće, *Zbornik radova 2. znanstveno-stručnog savjetovanja Tekstilna znanost i gospodarstvo*, Ujević, D.; Penava, Ž. (ur.), str. 199-202, ISBN 978-953-7105-27-3, siječanj 2009., Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (2009)
- [4] Petrak, S. i sur.: 3D računalno antropometrijsko mjerenje stopala i oblikovanje kalupa za obuću, *Koža&Obuća*, 58 (2011), 7-9, str. 26-28, ISSN 0450-8726
- [5] BODYTRONIC® 300, *Dostupan na* <http://www.bauerfeind.com/en/products/measurement-technology/bodytronic300.html>, *Pristupljeno*: 2014-11-07
- [6] Shoemaster, *Dostupan na* <http://www.shoemaster.co.uk/index.html>, *Pristupljeno*: 2014-11-12

Zahvala

Rad je financiran iz sredstava Sveučilišne potpore Odjevni sustavi iz visokoučinkovitih tekstilnih materijala – učinkovita zaštita u akcidentnim situacijama, voditeljice doc. dr. sc. Anice Hursa Šajatović te tvrtke Bauerfeind d.o.o. PJ Antunovac.

Autori:

Doc. dr. sc. Slavenka PETRAK
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 3712 543 Fax: +(385) (1) 3712 599

E-mail: slavenka.petrak@tff.hr

Marina OREŠKOVIĆ, dipl. inž.
Bauerfeind d.o.o. PJ Antunovac
Hrvatske Republike 10, HR-31216 Antunovac
Tel: +(385) (31) 278 411 Fax: +(385) (31) 278 820

E-mail: marina.oreskovic@bauerfeind.hr

POSLOVNO ŽENSKO ODIJELO INSPIRIRANO PEDESETIM GODINAMA DVADESETOG STOLJEĆA

WOMEN'S BUSINESS SUIT INSPIRED BY THE 50'S OF THE 20TH CENTURY

Denis RISTIVOJEVIĆ; Irena ŠABARIĆ & Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ

Sažetak: U radu je ukratko predstavljena moda i stil odijevanja poslovne žene pedesetih godina 20. stoljeća. Za prijedlog poslovne odjeće suvremene žene kao inspiracija je uzeta emancipirana žena 50-ih godina 20. stoljeća zbog svoje ženstvenosti. Temeljem prijedloga poslovnog ženskog odijela izvedeno je modeliranje kroja ženske suknje.

Abstract: This paper shortly presents the fashion and dress style of business women in the 50's of the 20th century. The femininity of an emancipated woman of the 50-ies of the 20th century has been taken as an inspiration for an example of business attire of a modern woman. Based on the proposal of women's suit, the modeling of women's skirt cut was carried out.

Ključne riječi: moda pedesetih, ženska suknja, modeliranje.

Keywords: fashion of fifties, women's skirts, modeling.

1. Uvod

Kreatori visoke mode nakon Drugog svjetskog rata dolaze do izražaja svojim stvaralaštvom i idejama. Kreatori stvaraju idealnu sliku žene onog vremena koja prezentira financijsku moć svog supruga. Ženu tog vremena karakterizira srednji rast, izražajno poprsje ističu uzak struk i šire bokove koji su karakteristični za figuru pješčanog sata. Lansiranje modne linije slijede sljedbenici modnog trenda visokog društva odabranih i ona traje tako dugo dok se pojedini odsjaji modne linije i boje ne stišaju i preliju među šire potrošačko društvo. Tada je potrebno lansirati novu modnu liniju, boju i tkaninu, kako bi se od visokoplatežnog društva izvuklo što više novaca za atraktivnu odjeću koja je tada imala vrijednost unikata [1].

Žene više nisu isključivo kućanice, neke od njih rade i zarađuju novac. Radno mjesto izvan kuće zahtijeva i određeni „dress code“ kako 50-ih godina 20. stoljeća, tako i danas.

2. Stil i moda pedesetih godina

Kako bi se uspješno razumio stil i moda pedesetih godina, mora se razumjeti vremensko-prostorni kontekst u kojem se ona razvila. Nakon dva burna desetljeća koja su prethodila pedesetim godinama, pedesete su bile godine mira i prosperiteta. SAD nakon Drugog svjetskog rata postaje vodeća sila u svijetu, te prvi put u povijesti preuzima mjesto predvodnika stila i mode u svijetu.

SAD prednjači kulturološki i tehnološki, javlja se *rock and roll* glazba, plesovi (plesnjaci) su glavno i najpopularnije društveno zbivanje onog vremena. S druge strane, istovremeno dolazi do eksplozije novih tehnologija i materijala. Kućanice dobivaju sve više vremena razvojem kućanskih uređaja Televizor, izumljen u dvadesetim godinama, postaje pristupačniji no ikada prije, te isto tako utječe na sveopći razvoj društva tog vremena.

Većina današnje svakodnevne odjeće korijene pronalazi u "američkom *looku*", masovno proizvedenim odjevnim predmetima koji su se prodavali zasebno (a ne u kompletu, što je do tada bila praksa), te su se mogli kombinirati i usklađivati.

Što se odjeće tiče, suknje doživljavaju *boom*, javljaju se u svim oblicima i formama, sežu 30 cm od poda za dnevnu odjeću, dok su večernje haljine i dalje duge do poda. Popularna je bila „x“ linija kroja gdje široka suknja naglašava tu formu. Iako su višedjelne odjevne kombinacije bile najpopularnije (suknja, bluza, jakna), nisu ih svi nosili.

Vrećasta haljina koju je Balenciaga plasirao 1956.god., bila je kontrast strukiranoj odjeći i prihvaćena je od jednog dijela ženske publike.

Džemperi i puloveri koji su isticali figuru i grudi (koje su najčešće bile u specifičnim šiljastim grudnjacima) pojavljuju se tek u pedesetima, a za to je zaslužan razvoj sintetičkih materijala, ponajprije najlona i elastina, koji su revolucionarizirali industriju donjeg rublja, ali i gornje odjeće, omogućujući izvedbu puno šireg spektra odjeće nego ikada prije.

Što se tkanina tiče, pedesete su svjedočile oživljavanju prirodnih tkanina, posebice u pamučnom *jerseyu* i traperu, ali s druge strane, najpoznatije su po monopolu najlona/ralona i poliesteru. Ti, tada novi, materijali dobro su se bojadisali, nisu se gužvali, čak ih ni moljci nisu napadali, te su bili pogodni za cijelu lepezu tkanih, ali pletenih tekstilnih materijala.

Kada se govori o pedesetima, govori se o vremenu novog i revolucionarnog. Kao što je spomenuto ranije, pojavilo se mnogo elemenata i fenomena, što kulturnih, što znanstvenih, koji su utjecali ne samo na dizajn nego i na industriju i znanost tekstilne industrije u cjelini.

Model koji je nastao kao refleks na cijelo to razdoblje je kostim sastavljen od kaputića, suknje i bluze, te predstavlja specifičnu figuru ondašnjeg vremena - jednu od prvih zaposlenih žena. Može se reći da je duh vremena sažet u njejoj figuri, odjeći i načinu života, slika 1.



Slika 1: Poslovna žena pedesetih godina

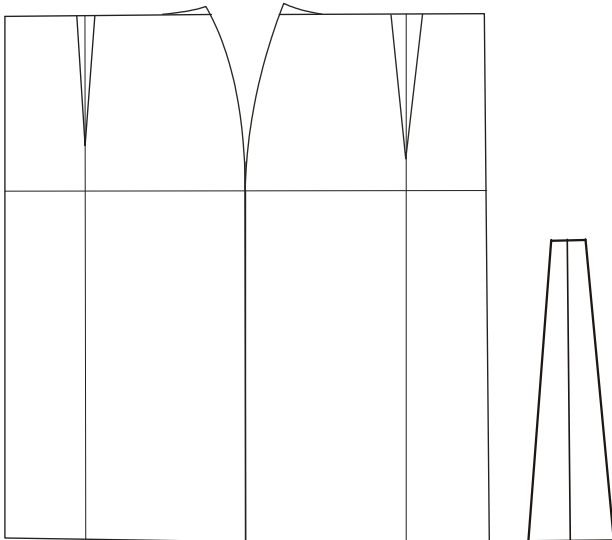
To su bile većinom mlade žene koje su se oduprle tradicionalnoj figuri žene/kućanice te su svoj život gradile većinom samostalno. Bile su pomodne, mlade urbane žene u zemlji koja je tada doživljavala svoj najveći ekonomski rast, te su baš one bile jedne od pionirki novoga vremena koje je uslijedilo nakon pedesetih [2, 3].

3. Eksperimentalni dio

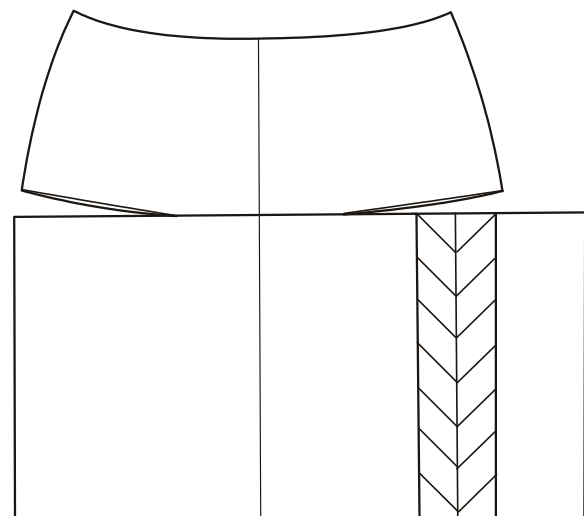
Na slici 2 prikazana je skica ženskog odijela poslovne žene u pedesetim godinama. Suknja je modelirana tako da se na prednjem dijelu nalaze dva nabora širine 10 cm, a na stražnjoj je sredini smješten "golf" nabor; suknja nema pasicu, već je zatvaranjem ušitaka dobiven krojni dio koji nosi suknju. Bluza je proširena, s naborima na području vratnog izreza, malim „padajućim“ ruskim ovratnikom te tri četvrt rukavima s manžetom. Jakna je A siluete, također s ruskim ovratnikom. Džepovi su našiveni, te se na stražnjoj sredini nalazi nabor koji dodatno naglašava siluetu. Duljina jakne seže do bokova, dok su rukavi skraćeni na duljinu malo iznad zapešća. Na slici 3. prikazana je konstrukcija temeljnog kroja ženske suknje, iz koje se izvelo modeliranje prema skici modela, slika 4 [4].



Slika 2: Projekt ženskog poslovnog odijela s kaputićem



Slika 3: Temeljni kroj ženske suknje



Slika 4: Modelirani kroj ženske suknje

4. Rasprava

Suknja je modelirana tako da se ušitci produbljuju do visine bokova, zatim zatvaraju, te se na taj način dobio gornji dio suknje, a pasica postaje suvišna. Linija prednjeg ušitka je referentno polazište iz kojeg se padajući dio suknje širi za deset centimetara, stvarajući nabor. Stražnji dio suknje se ne mijenja, ali se zato izdvojeno konstruira "golf" nabor, trapezoidna oblika, kojem lateralne stranice odgovaraju duljini bočnog dijela stražnje sredine, te su gornja i donja duljina, respektabilno, dugačke deset, tj. četiri centimetra.

5. Zaključak

Povijest odijevanja nepresušan je izvor inspiracije za dizajniranje novih kolekcija odjeće. Tako je i u ovom radu jedno povijesno razdoblje, pedesete godine 20. stoljeća, bilo inspiracija za izradu suvremenog odijela za poslovnu ženu. Poslovni svijet, kako nekad, tako i danas, ima svoja pravila u odijevanju. Jedan od razloga je želja da se sugovornika shvati ozbiljno, jer i odjeća ima svoj neverbalni govor. Žene u poslovnom svijetu još uvijek nisu potpuno ravnopravne muškarcima pa se i odjećom trebaju afirmirati na radnom mjestu. To je bila i polazna ideja ovog poslovnog ženskog odijela, koji će biti izrađen i predstavljen na znanstveno-stručnom savjetovanju Tekstilna znanost i gospodarstvo 2015.

Literatura

- [1] Vinković, M. & Šabarić, I.: Razvoj potrošačke svijesti i utjecaj na istraživanje veličina u tehnologiji i dizajnu odjeće, *Podloga za nove hrvatske norme za veličinu odjeće i obuće*, Tekstilno – tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, ISBN 953-7105-09-1, Zagreb, (2006.), str. 41 - 69
- [2] Hibbert, C. & Hibbert, A.: *The Twentieth Century (History of Costume and Fashion, volume 8)*, Bailey Publishing, ISBN 0-8160-5951-9, New York, (2005)
- [3] Dorfles, G.; *Mode & Modi*, Gabriele Mazzota editore, Hrv. izdanje: Moda, Golden marketing, Zagreb (1997.)
- [4] Ujević, D.; Rogale, D. & Hrastinski, M.: *Tehnike konstruiranja i modeliranja odjeće*, Tekstilno – tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, ISBN 978-953-7103-36-5, Zagreb, (2010.)

Autori:

Denis RISTIVOJEVIĆ:

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb

Tel:

Fax:

E-mail:

Dr. sc. Irena ŠABARIĆ, Dr. sc. Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb

Tel: +385 1 3712 554

Fax: +385 1 3712 599

E-mail: irena.sabarić@tff.hr

Tel: +385 1 3712 561

Fax: +385 1 3712 599

E-mail: blazenka.brlobasic@tff.hr

KONCEPT MEMBRAIN – OD CRTE NA PAPIRU DO STVARNE KUĆE

CONCEPT MEMBRAIN- FROM DRAWING ON PAPER TO REAL HOUSE

Sanja ŠVRAKA & Matija PAJIĆ

Sažetak: Pitanje održivosti u arhitekturi postaje sve popularnije i nužnije. Kako cijena energenata i materijala s godinama raste, tako raste i potreba za štednjom energije kao i recikliranjem materijala. Zbog toga je potrebno je educirati javnost, a posebno struku o potrebi i metodama uštede energije i održivosti općenito. Kao jedan od oblika edukacije, 2000. godine je organizirano natjecanje sveučilišta u izgradnji samoodržive kuće. Sveučilište u Zagrebu se prvi put prijavilo na međunarodno natjecanje Solar Decathlon Europe sa predloženim konceptom Membrain. Uspješno se plasiralo u daljnji krug, u kojem je bilo potrebno konceptualno rješenje dovesti do realizacije. Cilj projekta Koncept Membrain bio je izgraditi kuću koja je prilagodljiva različitim geografskim uvjetima života u Hrvatskoj uz maksimalnu iskoristivost energije iz prirode. Kuća pretpostavlja ljudski životni ciklus pa je predviđen širok spektar njene iskoristivosti. Projektu se, u njegovoj predizvedbenoj fazi, priključuje i studentica Tekstilno-tehnološkog fakulteta (TTF). Primarno područje njezinih aktivnosti na projektu je obuhvaćalo projektiranje, razradu i izvedbu triju segmenata: vanjskih sjenila za zaštitu od sunca, unutarnje tekstilne obloge stropa te namještaja i drugih segmenata interijera.

Abstract: The issue of sustainability in architecture is becoming increasingly popular and more necessary. As the price of energy and materials with age increases, so does the need for energy saving and material recycling. For this reason it is necessary to educate the public, especially the profession of the need and methods for energy saving and sustainability in general. As one of the forms of education, there was a competition of universities in 2000 in building a sustainable home. The University of Zagreb applied for the Solar Decathlon international competition for the first time with proposed Membrain concept. It successfully qualified for the next round in which it was necessary to realize conceptual design. The goal of the project Concept Membrain was to build a house adaptable to various geographical conditions of living in Croatia with maximum energy efficiency from nature. The house provides all the aspects of the human lifecycle; therefore, it involves many ways of using benefits. A student of Textile Technology (TTF) has joined the pre-project phase. The primary area of her activities on the project includes design, development and implementation of three segments: external blinds for sun protection, interior textile lining of the ceiling, designing furniture and other interior segments.

Ključne riječi: energetska samostalnost, ekološka i ekonomska prihvatljivost, ugodnost stanovanja, inovativnost, održivost, modularnost.

Keywords: energy independence, ecological and economic acceptability, comfort of living, innovation, sustainability, modularity.

1. Uvod

1.1 Solar Decathlon

Ideja o natjecanju razvila se u SAD-u tijekom 90-ih godina. Kako bi se potakli studenti, budući inženjeri, na korištenje obnovljivih izvora energije, ali i kako bi razvili svijest o njihovim prednostima, Ministarstvo energetike SAD-a krenulo je početkom 2000. u realizaciju projekta Solar Decathlon. Prvo natjecanje održalo se 2002. godine u Washingtonu, a od 2005. održava se svake dvije godine. Potaknuti uspjehom Solar Decathlona, španjolska vlada i Ministarstvo energetike SAD-a potpisale su 2007. godine sporazum o organizaciji Solar Decathlon Europe (SDE) koji se prvi put održao 2010. godine u Madridu. Natjecanje je ponovno održano 2012. u Madridu, a 2014. u Versaillesu kraj Pariza.

Natjecanje se temelji na koncipiranju, projektiranju i izgradnji samodržive montažne kuće koja svoje potrebe za energijom zadovoljava iz obnovljivih izvora energije, prvenstveno Sunca. Uz to, integracija projekta u nastavni program Sveučilišta i inovativnost važan su kriterij za odabir finalista. Iako je prvenstveno namijenjeno studentima, u Solar Decathlon je dopušteno, a ponekad i neophodno, sudjelovanje profesionalaca iz struke. Vrhunac natjecanja dvotjedno je izlaganje svih projekata te njihovo ocjenjivanje u 10 kategorija.

1.2 UNIZG tim

Tim UNIZG (University of Zagreb) studentski je tim posvećen koncipiranju, planiranju i provedbi projekta Koncept Membrain, s ciljem sudjelovanja na natjecanju Solar Decathlon Europe 2014. Osim sudjelovanja na natjecanju njihov je cilj povećanje svijesti javnosti i studenata o potrebi obnovljivih izvora energije i održivog razvoja. Razvojem projekta, razvijao se i tim osoba koje rade na njemu. Tim UNIZG danas broji 60-tak studenata s 13 različitih fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a stručnu pomoć im osigurava 30 profesora mentora. Voditelj je projekta student četvrte godine Fakulteta elektrotehnike i računarstva (FER) Hrvoje Nikola Vučemilo, a glavni je mentor profesor dipl. ing. arh. Mladen Jošić. Zajedničkim snagama povezuju svoja znanja i iskustva u cjelinu, surađujući pritom sa stručnjacima iz različitih područja.

1.3 Koncept Membrain

Tim UNIZG razvio je ideju o kući budućnosti polazeći od samog izvora života – biološke stanice. Membrane su vitalni dijelovi svih živih organizama – one moraju biti u izravnom kontaktu s okolišem, dok tvari selektivno cirkuliraju kroz stanični prostor. To je bila i inspiracija za projekt naše kuće. Baš kao i stanica, kuća je koncipirana s membranom. Ona apsorbira sekundarne prostore i oslobađa „jezgru“ koju korisnik potom prilagođuje svojim potrebama. Ovojnica komunicira s vanjskim svijetom, upija energiju i prenosi je u unutrašnjost gdje stvara ugodnu mikroklimu. Membrana je „mozak“ cijele kuće, prilagodljiva je i slojevita, a obavlja je sa svih njenih šest strana (slika 1).



a.



b.



c.

Slika 1: Kuća: a. unutrašnji prostor kuće; b. pogled na kuću izvana; c. gradnja kuće u Versaillesu

Osim prototipa za natjecanje naše rješenje nudi korak poslije – koncept „moje prve kuće“. Ovaj je koncept namijenjen ljudima koji žele emancipaciju, neovisnost i interakciju s okolinom. Kuća pretpostavlja ljudski životni ciklus, pa je predviđen širok spektar njene iskoristivosti: prostor za samce, mladi bračni par bez djece, bračni par s djecom, starije osobe i opet, mogućnost da se prilagodi na neke od prethodnih načina života. Cijela struktura, također, predviđa prostor za rad, odmor, rekreaciju, a dodatna je korist što je predviđen i prostor za proizvodnju hrane. Pokušava se postići samoodrživost, ne samo u energetskom smislu već u svim aspektima života.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Istraživanje i razvoj projekta

Koncept Membrain odabran je na Solar Decathlon Europe 2014. kao izložbeni projekt čime se Sveučilište u Zagrebu, kao prvo s područja jugoistočne Europe, plasiralo u završnicu prestižnog međunarodnog natjecanja. Evoluciju projekta od izvorne konceptualne zamisli do konačnih izvedbenih detalja, u različitim brojčanim i strukturalnim formacijama, tim Sveučilišta u Zagrebu istraživao je i razvijao osamnaest mjeseci u prostorijama fakulteta Elektrotehnike i računarstva. Kuća je sačinjena od mnogo slojeva – od onih koji osiguravaju konstrukcijsku stabilnost kuće, prikupljaju energiju sunca, do slojeva koji štite od vanjskih utjecaja - temperature ili vjetera. Kako bismo postigli njihovo optimalno funkcioniranje, unutar membrane smo implementirali različite sustave [1, 2].

2.2 Sudjelovanje studentice TTF-a na projektu

Aktivnost studentice TTF-a, Sanje Švrake, na projektu Membrain je započela u siječnju 2014. U tom periodu projekt je bio u predizvedbenoj fazi koja je uključivala detaljno projektiranje, ispitivanje materijala, ugovaranje proizvođača i izvođača te izradu finalne projektne dokumentacije za natjecanje. Prvotno područje njezinog djelovanja se sastojalo od projektiranja, razrade i izvedbe triju segmenata: vanjskih sjenila za zaštitu od sunca, unutarnje tekstilne obloge stropa te namještaja i drugih segmenata interijera [3, 4].

Kako je vrijeme odmicalo tako su se i njezini zadatci i područje rada na projektu mijenjali. Bila je dio tima Arhitektura i usko je surađivala sa studentima arhitekture, šumarstva i studija dizajna. U predizvedbenoj fazi u kojoj se priključila projektu sastajali su se kao tim na tjednoj bazi te razvijali i razmjenjivali ideje vezane uz njihovo područje djelovanja. Dobivali su zadatke koje su timski razvijali i zajedničkim snagama iznjedrili rješenja i ideje za daljni razvoj projekta. U toj predizvedbenoj fazi njezine obaveze spram projekta su zadobile jasniji smjer.

2.3 Predizvedbena faza

Kineski paviljon Zagrebačkog velesajma od travnja do lipnja 2014. godine korišten je kao građevinski laboratorij za kontrolu i korekciju tehničkih rješenja te samostalnu izradu modularnih nosivih i nenosivih elemenata koje su probno sastavljeni u prototip, testirani na različite uvjete, a zatim rastavljeni i pomoću pet kamiona prevezeni do lokacije natjecanja u Versaillesu. Tamo su studenti provodili većinu svog vremena, družeći se, učeći, radeći i pripremajući se za Versailles.

Primarni zadatak Sanje Švrake je bio osmisлити „sadne vrećice“ od geotekstila kao „posude“ za uzgoj bilja u Membrain kući. Ideja joj je bila omogućiti korisniku kuće proizvodnju hrane za vlastite potrebe. Sadne vrećice su osmišljene u dvije veličine i u tri boje, smeđoj, bež i zelenoj. Jednostavne za korištenje, pružaju mogućnost slaganja unutar staklenika u skladu s korisnikovim potrebama i idejama. Dizajn je pročišćen i jednostavan, a korišteni materijali su sintetski iglani filc i tkanine za tende i suncobrane koji svojim karakteristikama zadovoljavaju namjenske parametre sadnih vrećica. Vrećice iz sintetskog iglanog filca osiguravaju prozračnost i omogućuje rast biljke i razvoj korijena biljke. Vanjski plašt sadnih vrećica je izveden u tkaninama namijenjenim za izradu tendi i suncobrana kako bi se zbog njihove vodonepropusnosti spriječilo kapanje vode. Dodatne prednosti odabranih tkanina su otpornost na prljanje te otpornost djelovanje različitih opterećenja [5, 6]. Težina samih „sadnih vrećica“ je mala i pruža lakoću transporta unutar stambenog prostora. Nakon prihvaćenog idejnog rješenja uslijedio je proces realizacije potrebnog broja „vrećica“ koji je uvelike bio na njoj, uz dobrodošlu pomoć kolega sa projekta (slika 2).



Slika 2: Sadne vrećice: a. proces izrade; b. i c. sadne vrećice u prostoru

Uz primarni zadatak sudjelovala je u nizu procesa i zadataka, što u idejnoj fazi, što u procesu realizacije. Navodimo njezino razmišljanje: „Moram priznati da u samom početku nisam smatrala da će se unutar projekta otvoriti toliko prostora gdje bih ja, kao studentica Tekstilno- tehnološkog fakulteta, mogla primijeniti stečeno znanje i vještine na fakultetu, međutim vrijeme je pokazalo drugačije. Područje rada nije zahtijevalo modni način razmišljanja koji je meni primaran, već moje promišljanje kao dizajnera i tekstilca. Osim sadnih vrećica, doprinijela sam razvijanju i realizaciji ideje tekstilne obloge stropa, zatim zaštiti za aktivni krov (dinamična površina fotonaponskih solarnih panela poznatija pod nazivom „harmonika“), izradi „tekstilnog tlocrta temelja“ od retaksa (tekstilnim rječnikom sašila sam cca 70 m² retaksa u jednu „površinu“ na koju su se potom ucrtali temelji kuće kako bi se ubrzao proces građenja), dizajnu majica za članove tima UNIZG-a i nezaobilaznom krpanju radnih odijela.“

3. Rezultati i rasprava

Vrhunac natjecanja bila je zajednička izložba održana unutar La Cité du Soleil u periodu od 28. lipnja do 14. srpnja, na kojoj su 22 tima prezentirali svoje načine rješavanja aktualnih arhitektonskih i urbanističkih problema. Koncept Membrain prepoznat je i pohvaljen od strane profesionalaca iz tehničkih i srodnih

disciplina te ostalih posjetitelja iz cijelog svijeta. Po završetku natjecanja prototip Sveučilišta u Zagrebu rastavljen je, transportiran i uskladišten unutar spremišta na kampusu Borongaj [7].

3.1 Osvrt na ostvarena tekstilna rješenja za potrebe projekta

Sudjelovanjem na projektu otvoreno je pitanje potrebe za studijem koji bi pružio potrebna teorijska i praktična znanja o tekstilu i tekstilnim predmetima u oblikovanju interijera i eksterijera. Kreativna ideja je početna točka dobrog proizvoda, a iza nje mora stajati odgovarajuće znanje o sirovinama i materijalima s kojima se radi, izvedbenim procesima, ponudom na tržištu, potrebom za proizvodom, plasiranjem na tržište i reklamom proizvoda. Dio navednog usvaja se tijekom studija, dok je za određeni dio znanja neophodno zakoračiti u svijet proizvodnje. Pritom valja istaći i važnost primijenjenih tekstilnih materijala i njihov veliki udio u realizaciji projekta.

4. Zaključak

Znanstveno-sveučilišni kampus Borongaj jest koncept koji objedinjava edukaciju, istraživanje i razvoj te prikladno studentsko stanovanje. Kampus je osmišljen kao ekološki rezervat, pa se u skladu s ekološkim i energetskim standardima vrši i njegova izgradnja. Membrain će zaživjeti na prostoru kampusa Borongaj kao ogledni primjer konkretne tehnologije koji u sebi utjelovljuje osnovni koncept kampusa temeljen na interdisciplinarnoj suradnji i razmjeni znanja.

Sudjelovanje na projektu je bilo nezaboravno iskustvo. Ovakav pristup projektu potiče interdisciplinarni rad, čime se studentima omogućuje razvoj mnogih vještina nevezanih izravno uz njihovu struku, ali važnih za njihovu buduću profesionalnu karijeru. Svi studenti sudionici projekta su dobili uvid u znanja i vještine studenata iz različitih područja djelatnosti. Izazov je bio pronaći zajednički jezik s tolikim brojem studenata koji razmišljaju na različite načine i postići da to zaživi u jednom jedinstvenom konceptu koji je osim svoje idejne faze doživio i izvedbenu fazu što vrlo jasno na vidjelo iznosi kvalitetu i potencijal datih idejnih rješenja.

Literatura

- [1] Koch, K.-M.; Habermann K. J.: *Membrane Structures, The Fifth Building Material*, Prestel Publishing, ISBN 3791330497, Munich (2004)
- [2] Gonzalo R. & Habermann K. J.: *Energy-Efficient Architecture: Basics for Planning and Construction*, Birkhäuser Architecture; 1 edition, ISBN 3764372532, Munich (2002)
- [3] Čunko, R. & Andrassy, M.: *Vlakna*, Zrinski d.d., ISBN 9531550891, Čakovec, (2005.)
- [4] Ujević, D.; Rogale, D. & Hrastinski, M.: *Tehnike konstruiranja i modeliranja odjeće*, Zrinski d.d., ISBN 9537105016, Čakovec, (2004.)
- [5] Bribach C: *Florafelt: Vertical Garden Guide, Plants On Walls (2014), How to use the Florafelt Vertical Garden System*, Dostupan na <http://www.plantsonwalls.com/>, Pristupljeno: 2014-02-27
- [6] ...: *Florafelt, Florafelt Recirc Guide (2010), Florafelt recirculating vertical gardens design guide*, Dostupan na: <http://www.florafelt.com/recirc-guide/>, Pristupljeno: 2014-02-29
- [7] ...: *Koncept Membrain*, Dostupan na <http://membrain.com.hr/>, Pristupljeno: 2014-09-02

Zahvala

Zahvaljujemo svim profesorima mentorima, partnerima suradnicima, te kolegama studentima koji su sudjelovali na projektu i zajedničkim radom i znanjem potpomogli uspjeh samog projekta. Posebna zahvala Tekstilno-tehnološkom fakultetu, Dekanici TTF-a: red. prof. dr. sc. Sandri Bischof, kao i profesorima TTF-a na susretljivosti i potpori radu.

Autori:

Sanja ŠVRAKA, univ. bacc. ing. des. text.
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 37 12 500 Fax: +(385) (1) 37 12 599

E-mail: sanja.svraka@gmail.com

Matija PAIĆ, univ.bacc.ing.arch.
Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet
Fra Andrije Kačića Miošića 26, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 4639 222 Fax: +(385) (1) 4828 079

E-mail: matija.paic@gmail.com

POSLOVNO ORGANIZIRANJE STUDENATA TTF-A KROZ ZADRUGU ILI UDRUGU: VJEŽBALIŠTE ZA START-UP PODUZEĆA

BUSINESS ORGANIZATION OF TTF STUDENTS THROUGH COOPERATIVE OR ASSOCIATION: TRAINING FOR START-UP COMPANIES

Miroslav TRATNIK; Sandra BISCHOF & Ivan NOVAK

Sažetak: Cilj je ovog rada deskriptivnom, komparativnom analizom, ukazati na razlike između udruge i zadruga s isticanjem prednosti studentskog zadružnog organiziranja i zadruga kao start-up poslovnog vježbališta u tekstilnom poduzetništvu. Iako u poslovnim poduhvatima postoji neizbježni rizik - kao rizik poduzetništva - na njegovo se umanjeње može utjecati, stjecanjem poslovnog iskustva, prije osnivanja start-up tvrtke. Studentsko poslovno organiziranje na fakultetima, sa širom potporom Fakulteta i Sveučilišta, moglo bi biti, na konceptualnoj ali i operativnoj razini model, za ublaživanje početničkih poslovnih rizika pri samozapošljavanju po završetku studija. Kao vrlo prihvatljiva forma, nudi se zadruga, nositelj zadružnog studentskog organiziranja, te prikladni model poduzetničkog vježbališta i možebitno „čvorište“ u izgradnji komplementarne zadružne studentske mreže. Iz suštinskog nepoznavanja, kako organizacijskog tako i pravnog, u nas se zadruga masovno zamjenjuje s udrugom, iako su joj pravni pa onda i posljedični učinci, uloge i značenja različita. Često se tome pripisuje, sam termin, koji se koristi u kolokvijalnom i pravnom prometu, pa se u hrvatskoj leksici, udruga smatra prikladnijim terminom od zadruga, iako su im sadržajno, različite uloge, a i ciljevi organiziranja. Za razliku od udruge, koja je široko interesno organiziranje od strane članstva, zadruga je gospodarsko-poslovna asocijacija njenih članova ili nazovimo je u ovom slučaju – primjena studijskih resursa menadžmenta (znanja) u poslovnu praksu ili studentskim poslovnim vježbalištem. Nepostojanje, kontrole u praktičnoj primjeni ovih dvaju zakona, samo se potiče nedosljednost u njihovim ulogama i mjestu, kako u gospodarskom rastu i razvitku tako i interesnom organiziranju.

Abstract: The aim of this paper is to point out the differences between the association and cooperative with an emphasis on the benefits of student cooperative organizing and a cooperative as a start-up business training in the textile enterprises through the descriptive and comparative analysis. Although in business projects there is an inevitable risk - the risk of entrepreneurship - it is possible to reduce it by gaining the business experience before founding a start-up company. Student business organization at faculties, with wide support of the Faculty and the University, could be a model at the conceptual and operational level for an easing the initial business risks in self-employment after graduation. Cooperative is a very acceptable form since the holder of the cooperative is a student organization. It is a suitable model of entrepreneurial training and potentially "hub" in the construction of complementary cooperative student networks. Due to fundamental ignorance, both organizational and legal, the cooperative is widely mistaken for the association, even though its legal and consequential effects, the roles and the meanings are different. It is often attributed with the term association, used in colloquial and legal transactions so as in the Croatian vocabulary. The term association is considered more appropriate than the term cooperatives, although their roles and organizational aims are different in content. Unlike the association, which is a wide interest organization by its members, the cooperative is an economic and business association of its members or, let we call it in this case - the application of study resources of management (knowledge) in business practice or a student business training. The absence of control in the practical application of these two laws only encourages inconsistency in their roles and place, both in economic growth and development and interest organization.

Ključne riječi: zadruga, udruga, studentsko organiziranje, start-up poduzeće.

Keywords: cooperative, association, student organization, start-up company.

1. Uvod

Samoodrživost kao fenomen novog vremena nije preokupacija rezervirana samo za biološko-ekološke sustave, nego i pitanja novog sustava gospodarskog organiziranja. Sveopćim gubljenjem kontrole nad globalnim korištenjem resursa, traži od nas i promišljanja o drugačijem konceptu organiziranja i upravljanja tim resursima, poslovno organiziranih, pojedinačno, slabih pojedinaca.

U teoretsko-empirijskom smislu, koncept *poslovno organiziranih entiteta*, zagovarali su predstavnici fiziokratske škole u ekonomskim teorijama. Njihovo temeljno, pojednostavljeno i reinterpretirano, geslo bilo

je: ...“ako ne znaš kako nešto samoodrživo organizirati promatraj sličnosti modela iz prirode i preslikaj ih, u društvenu stvarnost“...[1]. Tako je o tome govorio William Petty (1623. – 1687.) te izučavao i kao primjer navodio, prirodnu besprijekornost organizacijskog funkcioniranja zajednice pčela i mrava te ulogu njihovih entiteta u privređivanju.

Privatizacija i individualizam te poduzetnička euforija organiziranja isključivo kroz društva kapitala u nas, te nepoznavanje poslovne prakse, zaredali su se neuspjesi, kroz vrijeme, te su se s time rađali sve veći interesi i za druge oblike poslovnog i interesnog povezivanja. To nikako ne znači negiranje društava kapitala, kao pravno-organizacijskih gospodarskih subjekata, već potrebu uvođenja komplementarnih, tzv. skupnih oblika organiziranja, resursima slabih pojedinaca kroz zadružnu formu organiziranja. Na tom se tragu, može razumijevati i inicijativa studenata TTF-a [2] za organiziranje kroz udruge ili možebitno zadružni poslovni model i njegovo umrežavanje s drugim zadrugama, te širenje ove inicijative, na komplementarne studentske smjerove i fakultete Sveučilišta.

2. Zadruga, zadružno organiziranje i udruge

Povijest poslovnog organiziranja, kroz zadrugu kao nositelja, poznata je već 170 godina i posebice se „udomačila“ u nekim poslovnim aktivnostima i granama. Valja napomenuti, da je prva zadruga osnovana u Engleskoj (Rochdal, 1844.) od strane tekstilnih radnika, te već tada „predodredila“ stanovitu gransku preferenciju [3]. Svakako da su se vremena značajno promijenila, no potreba i razlozi za osnivanje zadruga, postoji i danas. Poslovno slabi pojedinci koji najčešće posjeduju dva od četiri poslovna resursa (rad i znanje, kao poslovno-tehnološki menadžment) i pravne osobe koje mogu imati poslovno ograničenje u sva četiri temeljna poslovna resursa (radu, zemljištu, kapitalu i menadžmentu - znanju) mogu kroz zadrugu, kao skupnu i poslovnu te solidarnu organizaciju, pronaći potrebnu kompenzaciju svojih slabosti i ostvariti poslovni sinergizam [4].

Udruge, kao i zadruga, također njeguju zajedništvo kao oblik neprofitnog organiziranja samo što interes udruge ne može biti gospodarsko i poslovno organiziranje jer *ne primjenjuju temeljno gospodarsko načelo - ostvarivanja dobiti i njegove raspodjele*. Stoga, udruge svoju ulogu opravdavaju samo kroz probitke i zaštitu općeg dobra Istina, udrugama se često daje praktična prednost, zbog jednostavnosti pravne procedure izjednačavajući tako bitne sadržajne i suštinske razlike.

Ako se ravnopravno promatraju zadruga i udruge, obadvije imaju svoje mjesto u skupnom organiziranju entiteta s tim što bi zadruga mogla poslužiti kao svojevrsno, gospodarsko-poslovno vježbalište za poslovne rizike za studente tijekom studija i njihova priprema za samostalnu uspostavu start-up tvrtki. Start-up tvrtka ili organizacija stvorena je s namjerom da istraži repetitivne i skalabilne poslovne modele. Nije svaka novootvorena tvrtka start-up, start-up je specifičan podskup novootvorenih tvrtki koji ima posebna pravila. Jedna od definicija koja nastoji razlikovati start-up od drugih poduzetničkih pothvata kaže da je start-up "novoosnovano ili nedavno osnovano poduzeće s globalnim ambicijama i globalnim potencijalom".

No, to ne bi smio biti razlog zapostavljanja zadruga kao *poslovne organizacijske forme*, tamo gdje članovi zadruga imaju svoj zajednički poslovni interes, npr. smanjenje jediničnih troškova kroz zajednički objedinjene fiksne kapitale, veću tržišnu kompetitivnost kroz objedinjenu zajedničku nabavu i prodaju, zajedničko osmišljavanje kreativnih i inovativnih rješenja u tekstilu, novih proizvodnih programa i istraživanja tržišta, zajedničkog promotivnog nastupa i implementaciji tehnoloških rješenja u praksi, troškovno racionalizirati administrativno-računovodstvene i pravne poslova te zajedničkog skladištenja i kontroliranog čuvanje proizvoda i materijala te opreme specijalnih namjena i sl. Zadruga može nuditi značajnu troškovnu racionalizaciju poslovanja, čime se ostvaruje prednost na istim ili sličnim poslovnim poduhvatima u odnosu na pojedinačne [5].

2.1 Zakon o zadrugama i udrugama: razlike i sličnosti

Udruge i zadruga su u Hrvatskoj pravno regulirane s dva odvojena zakonska akta, Zakonom o zadrugama [6] i Zakonom o udrugama [7]. Iz njih je moguće, pravno čitati, sve sličnosti i razlike, skupnog, organiziranja.

U tablici 1 je prikazana nomo-tehnička, deskriptivna i komparativna analiza.

Tablica 1: Komparativna analiza Zadruga i Udruga

Kriteriji odabira	Zakon o zadrugama	Zakon o udrugama
Mjesto objave	Narodnim novinama br. <u>34/11, 125/13, 76/14</u>	Narodne novine br. 74/14
Nomo-tehnička definicija	Članak 1. Zadruga je dragovoljno, otvoreno, samostalno i neovisno društvo kojim upravljaju njezini članovi, a svojim radom i drugim aktivnostima ili korištenjem njezinih usluga, na temelju zajedništva i uzajamne pomoći ostvaruju, unapređuju i zaštićuju svoje pojedinačne i zajedničke gospodarske, ekonomske, socijalne, obrazovne, kulturne i druge potrebe i interese i ostvaruju ciljeve zbog kojih je zadruga osnovana.	Članak 4. Udruga je svaki oblik slobodnog i dobrovoljnog udruživanja više fizičkih, odnosno pravnih osoba koje se, radi zaštite njihovih probitaka ili zauzimanja za zaštitu ljudskih prava i sloboda, zaštitu okoliša i prirode i održivi razvoj, te za humanitarna, socijalna, kulturna, odgojno-obrazovna, znanstvena, sportska, zdravstvena, tehnička, informacijska, strukovna ili druga uvjerenja i ciljeve koji nisu u suprotnosti s Ustavom i zakonom, a bez namjere stjecanja dobiti ili drugih gospodarski procjenjivih koristi, podvrgavaju pravilima koja uređuju ustroj i djelovanje toga oblika udruživanja.
Osnivanje	Članak 6. (1) Zadrugu može osnovati <u>najmanje sedam osnivača</u> , ako ovim Zakonom nije drugačije određeno. (2) Zadrugu mogu osnovati potpuno poslovno sposobne fizičke osobe i pravne osobe. (3) Osnivanjem zadruga osnivač zadruga <u>postaje član zadruga</u> i upisuje se u imenik članova zadruga.	Članak 11. (1) Udrugu mogu osnovati <u>najmanje tri osnivača</u> .
Poslovna i etička načela	Članak 2. (1) Zadruga se temelji na <u>zadružnim vrednotama</u> : <ul style="list-style-type: none"> ○ samopomoći, ○ odgovornosti, ○ demokratičnosti, ○ ravnopravnosti, ○ pravičnosti i solidarnosti te moralnim vrednotama poštenja, ○ otvorenosti, ○ društvene odgovornosti i skrbi za druge. <u>(2) Odnose među svojim članovima zadruga uređuje na zadružnim načelima:</u> <ul style="list-style-type: none"> • dragovoljno i otvoreno članstvo – <i>članstvo u zadrugi je dragovoljno i otvoreno prema svim osobama koje koriste njezine proizvode, usluge i koje su spremne prihvatiti odgovornosti članstva, bez ikakve spolne, rasne, socijalne, političke, vjerske ili bilo koje druge diskriminacije,</i> • nadzor poslovanja od strane članova – <i>zadruga je demokratsko društvo čiji rad nadziru njezini članovi i koji aktivno sudjeluju u stvaranju poslovne politike i donošenju odluka. Izabrani predstavnici članova odgovaraju članstvu. Članovi imaju jednaka glasačka prava (jedan član – jedan glas),</i> (3) <u>gospodarsko sudjelovanje članova zadruga i raspodjela</u> – <i>dužnost članova zadruga je, prema svojim interesima i mogućnostima, sudjelovanje u radu i doprinos razvoju zadruga. Članovi raspoređuju dobit zadruga za jednu ili više sljedećih namjena:</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>razvitak zadruga,</i> • <i>porast pričuva članovima, razmjerno poslovanju sa zadrugom i</i> • <i>potpora drugim aktivnostima zadruga,</i> (4) <u>samostalnost i neovisnost</u> – <i>kao samostalna i neovisna pravna osoba zadruga se u pravnom prometu s drugim pravnim osobama i državnim tijelima oslanja na rad svojih članova i zadružne resurse, pod neposrednim nadzorom svojih članova,</i> 	Članak 6.,7.,8.,9.,10. (1) <u>Načelo neovisnosti</u> - <i>što znači da udruga samostalno utvrđuje svoje područje djelovanja, ciljeve i djelatnosti, svoj unutarnji ustroj i samostalno obavlja djelatnosti koje nisu u suprotnosti s Ustavom i zakonom.</i> (2) <u>Načelo javnosti</u> - <i>Djelovanje udruge temelji se na načelu javnosti. Javnost rada udruge uređuje se statutom, u skladu sa Zakonom.</i> (3) <u>Načelo demokratskog ustroja</u> - <i>Djelovanje udruge temelji se na načelu demokratskog ustroja, što znači da udrugom upravljaju članovi na način da unutarnji ustroj udruge mora biti zasnovan na načelima demokratskog zastupanja i demokratskog načina očitovanja volje članova.</i> (4) <u>Načelo neprofitnosti</u> - <i>djelovanje udruge temelji se na načelu neprofitnosti, što znači da se udruga ne osniva sa svrhom stjecanja dobiti, ali može obavljati gospodarsku djelatnost, sukladno zakonu i statutu.</i> (5) <u>Načelo slobodnog sudjelovanja u javnom životu</u> - <i>djelovanje udruge temelji se na načelu slobodnog sudjelovanja u javnom životu, što znači da udruge slobodno sudjeluju u razvoju, praćenju, provođenju i vrednovanju javnih politika, kao i u oblikovanju javnog mnijenja te izražavaju svoja stajališta, mišljenja i poduzimaju inicijative o pitanjima od njihova interesa.</i>

	<p>(5) <u>obrazovanje, stručno usavršavanje i informiranje članova zadruge – zadruga provodi obrazovanje i stručno usavršavanje svojih članova, izabranih predstavnika, upravitelja i zaposlenika kako bi pridonijeli razvitku svoje zadruge. Izvješćuje svoje članove i mlade ljude o naravi, koristima i prednostima zadugarstva,</u></p> <p>(6) <u>suradnja među zadrugama – zadruga najučinkovitije služe svojim članovima i jačanju združnog sustava povezivanjem i suradnjom na lokalnoj, regionalnoj, nacionalnoj i međunarodnoj razini – klasteriranje (gransko i regionalno)</u></p> <p>(7) <u>briga za zajednicu – zadruga posluje na način koji pridonosi održivom razvoju okruženja i lokalne zajednice.</u></p>	
Tijela upravljanja i rukovođenja	<p>Članak 16. <u>Tijela zadruge su:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ skupština, ○ nadzorni odbor i ○ upravitelj. 	<p>Članak 16. (3) <u>Skupština je najviše tijelo udruge.</u> Statutom se može utvrditi drukčiji naziv skupštine kao najvišeg tijela udruge. (4) Statutom udruge se, osim skupštine, mogu utvrditi <u>upravna (izvršna), nadzorna i druga tijela udruge.</u></p>
Imovina i izvori imovine	<p>Članak 30. (1) Imovinu zadruge čine:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● <u>osnivački ulozi članova,</u> ● sredstva <u>iz dobiti</u> stečena obavljanjem temeljne djelatnosti ● sredstva stečena iz <u>ostalih aktivnosti</u> (uplata jamstva i rezervacija i sl.). 	<p>Članak 30. (1) Imovinu udruge čine novčana sredstva, stečena:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● uplatom <u>članarina,</u> ● dobrovoljnim <u>priložima i darovima,</u> ● novčana sredstva koja udruga stekne <u>obavljanjem djelatnosti,</u> ● financiranjem programa i projekata udruge <u>iz državnog proračuna i jedinica lokalne i područne samouprave</u>
Osnivački ulozi i članarine	<p>Članak 31. (1) Osnivački ulog može biti:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● osnovni i ● dodatni ulog. <p>(2) Osnovni ulog je novčani iznos koji je svaki član zadruge dužan unijeti u zadrugu kod osnivanja zadruge ili pristupanja zadrugi nakon osnivanja. (3) Iznos osnovnog uloga je jednak, a njegovu visinu određuje skupština i ne može biti manji od 1.000,00 kuna. (4) Dodatni ulog je ulog koji član zadruge može unijeti uz osnovni ulog. (5) Iznos dodatnog uloga je jednak, a njegovu visinu određuje skupština zadruge. (6) Ulog člana zadruge upisuje se na ime člana zadruge u imenik članova zadruge. (7) Ulog se, u pravilu, unosi u novcu. Ako se ulog unosi u stvarima ili pravima, novčanu vrijednost stvari ili prava procjenjuje sudski vještak. (8) Ako član zadruge kao ulog unosi stvar ili pravo koje se daje u vlasništvo zadruge, član zadruge odgovara za stvarne i pravne nedostatke stvari kao da se radi o prodaji. (9) Ako član zadruge kao ulog unosi stvar ili pravo na kojem zadržava pravo vlasništva, a na zadrugu prenosi samo uporabu, za stvarne i pravne nedostatke član odgovara kao da se radi o zakupu, odnosno najmu. (10) Ako član zadruge kao ulog unosi tražbinu, odgovara za njezino postojanje i naplativost. (11) Ako je član zadruge u zadrugu unio više uloga, pravilima zadruge može se propisati da se više uneseni ulozi (dodatni ulozi), na zahtjev člana zadruge, mogu isplatiti članu zadruge ili prenijeti na drugog člana zadruge ili na drugu osobu ako ona stječe članstvo u zadrugi.</p>	<p>Članak 32. (1) Programi i projekti od interesa za opće dobro u Republici Hrvatskoj udruge mogu se financirati iz:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● državnog proračuna, proračuna jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave, ● fondova Europske unije i drugih javnih izvora.

	(12) Ulog se vraća članu zadruge nakon prestanka članstva.	
Odgovornost za obveze i štetu	<p>Članak 42.</p> <p>(1) Zadruga za svoje obveze <u>odgovara svom svojom imovinom.</u></p> <p>(2) Zadruga <u>ne odgovara za obveze svojih članova.</u></p> <p>(3) Član zadruge <u>ne odgovara za obveze zadruge.</u></p> <p>(4) Član zadruge koji <u>zloupotrebljava okolnost</u> da po Zakonu ne odgovara za obveze zadruge, <u>ne može se pozvati</u> na to da po Zakonu ne odgovara za te obveze.</p> <p>(5) Smatra se da član zadruge <u>zloupotrebljava okolnost</u> da po ovom Zakonu ne odgovara za obveze zadruge ako:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ zadrugu koristi za to da bi postigao cilj koji mu je inače zabranjen, ○ zadrugu koristi da bi oštetio vjerovnike, ○ protivno Zakonu upravlja imovinom zadruge kao da je to njegova imovina, ○ umanji imovinu zadruge, iako je znao ili morao znati da zadruga neće moći podmiriti svoje obveze. 	<p>Članak 36.</p> <p>(1) Za svoje obveze udruga odgovara svojom cjelokupnom imovinom.</p> <p>(2) Članovi udruge i članovi njezinih tijela ne odgovaraju za obveze udruge.</p> <p>(3) Nad udrugom se može provesti stečaj, sukladno zakonu.</p>
Upotreba dobiti	<p>Članak 37.</p> <p>(1) Iz ostvarene dobiti utvrđene godišnjim obračunom zadruga je dužna pokriti gubitke iz prethodnih razdoblja.</p> <p>(2) Nakon pokrića gubitaka iz prethodnog razdoblja, iz dobiti utvrđene godišnjim obračunom – zadruga izdvaja i posebno evidentira:</p> <ul style="list-style-type: none"> • najmanje 25 % za razvoj zadruge, • najmanje 5 % u obvezne pričuve sve dok te pričuve ne dosegnu ukupan iznos članskih uloga članova. <p>(3) Nakon izdvajanja iz stavka 2. ovoga članka, preostali dio dobiti zadruge, u skladu s odlukom skupštine, može koristiti za upis dodatnih uloga članova zadruge vodeći računa o sudjelovanju pojedinog člana zadruge u aktivnostima zadruge, za isplatu članovima zadruge, ulagačima i radnicima zadruge ili za druge namjene utvrđene odlukom skupštine.</p> <p>(4) Obvezne pričuve zadruga može upotrijebiti za pokriće gubitka, odnosno manjka, za povrat uloga članovima koji izlaze iz zadruge i druge slične namjene.</p>	Ostvarenje dobiti je, Zakonom o udrugama, zabranjena

3. Rezultati i rasprava

Prema kriterijima veličine, zadruge se u Republici Hrvatskoj ubrajaju u male i srednje poslovne subjekte. Tome u prilog govore, osim, potrebnih, minimalno sedam članova, da bi utemeljili zadrugu i podatci, prikazani u tablici 2. Podatci o prosječnoj veličini aktive i ukupnog prihoda su poslovni kriteriji koji zadruge kvalificiraju kao male, a umrežene zadruge (vertikalno), u srednje velike gospodarske subjekte [8]. Stoga su zadruge poslovno vitalne u vremenima krize, a unutarnja poslovna solidarnost članova daje im dodatnu poslovnu stabilnost i samoodrživost.

Tablica 2: Poslovni indikatori zadruge u Republici Hrvatskoj

	Broj zadruga	Prosječno po zadrugi (HRK)			
		Aktiva	Prihod	Rashod	Dobit
Obrtničke zadruge	108	23.146.796	9.746.613	9.370.827	288.373
Uslužne zadruge	232	1.596.680	2.174.169	2.078.740	120.566
Ukupno zadruge u RH	1.125	18.941.750	10.693.005	10.593.506	339.164

Izvor: Podaci FINA, obrađeni i uprosječeni od strane autora, za razdoblje od 2009. do 2012. g

4. Zaključci

Zadruga su primarno skupni poslovni sustavi većeg broja pojedinaca, umreženi u složenije poslovne sustave po vertikalnom poslovnom ili klsterskom organizacijskom ustrojstvu. Hvale vrijedan interes i inicijativa studenata TTF-a, i Fakulteta kao potpore, na tragu su jačanja potrebe za operacionaliziranjem alternativnih poslovnih oblika, nasuprot postojećim društvima kapitala, a koji su vlasničko-upravljački i dominantni u Hrvatskoj. Atomizirani i neorganizirani poslovni potencijali pojedinaca (studenta) pasiviziraju njegove poduzetničke ambicije i slabe pojedinačne poduzetničke inicijative. Nepoznavanje ili slabo, praktično, poznavanje drugih, alternativnih oblika poslovnog organiziranja, u svijetu, koji te manjkavosti kroz usitnjenu poslovnu snagu, sinergijom zajedništva, kroz skupno poduzetništvo zadružnog organiziranja, poslovno okrupnjava, hrabri i jača kompetitivnu i konkurencijsku snagu na globalnom tržištu. Da je taj problem i danas svjetska preokupacija, potvrđuje i sljedeća izjava generalnog tajnika UN-a Ban Ki-moon, koja glasi: „Zadruga je dokaz međunarodnoj zajednici - da je moguće istovremeno ostvarivati ekonomsku održivost i društvenu odgovornost.“ [8]. Stoga bi kao autorski tim, sugerirali zadrugu umjesto udruge kao organizacijsku formu za realizaciju njihove inicijative i ideje, nudeći im samostalnu odluku, kroz komparativni prikaz temeljnih nomo-tehničkih razlika i sličnosti.

Literatura

- [1] Ekelund, R.B.Jr. & Hebert, R.F.: *Povijest ekonomske teorije i metode*, Mate, ISBN 953-6070-21-9 (1997.)
- [2] Križanić, M. & Vurnek, J.: Poslovni plan Zadruga studenata Tekstilno-tehnološkog fakulteta, prosinac 2014
- [3] Williams, R.C.: *The Cooperative Movement – Globalization from Below*, Corporate Social Responsibility Series, ISBN 978-0-7546-7038-4, ASHGATE, (2007)
- [4] Hall, F., M. A. & Watkins, W.P.: *Kooperacija – pregled povijesti, principa i organizacije kooperacije u Velikoj i Irskoj*, Privredni pregled, (1999)
- [5] Levin, H.M.: *Cost-effectiveness: A Primer-New Perspectives in Evaluation*, Vol. 5, ISBN: 0-8039-2152-7
- [6] Zakon o zadrugama, Narodne novine br. 34/11, 125/13, 76/14; *Dostupno na: www.nn.hr, Pristupljeno: 2014-01-05*
- [7] Zakon o udrugama, Narodne novine br. 74/14, *Dostupno na: www.nn.hr, Pristupljeno: 2014-01-05*
- [8] Stevenson, W.J.: *Operations Management*, McGraw-Hill Irwin, ISBN 978-0-07-337784-1, (2009)
- [9] *Dostupno na: www.cedra.hr/assets/attach/posts/781/coopseurope, Pristupljeno: 2014-01-05*

Autori:

Prof. dr. sc. Miroslav TRATNIK, vanjski suradnik
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 37 12 500

Fax: +(385) (1) 37 12 599

E-mail: mtratnik@tff.hr

Prof. dr. sc. Sandra BISCHOF
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 37 12 510

Fax: +(385) (1) 37 12 599

E-mail: sbischof@tff.hr

Izv. prof. dr. sc. Ivan NOVAK
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel: +(385) (1) 37 12 500

Fax: +(385) (1) 37 12 599

E-mail: ivan.novak@tff.hr

JAČANJE KONKURENTSKIH SPOSOBNOSTI SEKTORA TEKSTILA I KOŽE KROZ ZADRUGU KAO ORGANIZACIJSKU FORMU

STRENGTHENING OF COMPETITIVE ABILITIES OF TEXTILE AND LEATHER SECTOR THROUGH COOPERATIVE AS AN ORGANIZATIONAL FORM

Miroslav TRATNIK; Aleksandar NEDANOV & Željko KNEZIĆ

Sažetak: Konkurencijske sposobnosti nisu definirane samo kroz superiorniju tržišnu potražnju proizvoda, pojedinih poduzeća ili gospodarske grane već tržište kao evaluator ukazuje na bolje ili lošije osmišljene ekonomsko-tehničko-organizacijske preduvjete konkurentnosti na mikro i makrorazini. Vlasnička tranzicija i organizacija poslovanja su u sektoru tekstila i kože u Hrvatskoj bila primarno interesno usmjerena prema većim poduzećima uhodane tehnologije i većeg kumuliranog kapitala. Ostale moguće organizacijske forme, kao preduvjete veće sektorske konkurentnosti, ostale su izvan domena interesa i utemeljenja istih. Temeljne tranzicijske pravno vlasničke forme bile su društva kapitala (dionička društava ili društava kapitala s ograničenom odgovornosti). Tek kasniji poslovni neuspjeh - pad sektorske konkurentnosti i stečajevi - djelomično ukazuju na propust i nužnost ostalih vlasničko-organizacijskih oblika, kao što je to primjer zadružnog organiziranja preko zadruga kao njegovih nositelja odnosno trećeg vlasničkog puta prikladnog za gospodarski manje snažne pojedince i vlasnički razjedinjene subjekte, nudeći alternativu jačanja sektorske konkurentnosti, čak i na globalnom tržištu.

Abstract: Competitive abilities are not defined only through superior market demand of products, individual companies or industries, nevertheless a market as an evaluator indicates better or worse design of economic- technical-organizational prerequisites of competitiveness at the micro and macro level. The ownership transition and organization of business in textile and leather sectors in Croatia was, as of its primary interest, focused towards larger companies with established technologies and greater accumulation of capital. Other possible forms of organization, as prerequisites of greater sectoral competitiveness, remained outside the domain of interest and the foundation thereof. Fundamental transition- legal- ownership forms were corporations (as share holding companies or as limited liability companies). Only later business failure – the fall of sectoral competitiveness and bankruptcies - partially demonstrate the failure and the necessity of other proprietary organizational forms, such as an example of the cooperative organization through cooperatives as its carriers and as a third proprietary shape suitable for economically less powerful individuals and ownership disunited subjects, offering an alternative for strengthening the sectoral competitiveness, even on the global market.

Cljučne riječi: Konkurentnost, zadruga, sektor tekstila i kože.

Keywords: Competitiveness, cooperatives, sector of textile and leather.

1. Uvod

Vlasničko-organizacijska struktura nije samo ideološko-političko i pravno pitanje nekog gospodarstva, ono je, također, konceptualno i makroekonomsko pitanje. Kroz njega se ogledaju i preduvjete gospodarske uspješnosti, odnosno makrogospodarske stabilnosti preko mikrokontrolabilnih cijena inputa i outputa pojedinih sektora i globalne gospodarske konkurentnosti [1]. Usitnjeni obrti u sektoru tekstila i kože, kao manje snažni za tržišne utakmice, postaju samostalno vrlo osjetljivi na najmanje cjenovne poremećaje na tržištima nabave i prodaje. Koliko god pojedinačno bili uspješni u svojoj marketinškoj niši (zbog vrlo burnih modnih zahtjeva i promjena) dugoročno poslovno postaju teško održivi i upitni, bez zajedničkog objedinjavanja svojih poslovnih funkcija, resursa i potencijala. Zadružno organiziranje, u tome je poslovno dokazani, uspješni model u Europi i svijetu.

Prema definiciji Međunarodnog zadružnog saveza (International Cooperative Association - ICA): „Zadruga je autonomna asocijacija osoba, pojedinaca dragovoljno ujedinjenih radi ostvarivanja njihovih zajedničkih ekonomskih, socijalnih i kulturnih potreba i nastojanja da kroz zajedničko vlasništvo i demokratsku kontrolu posluje“ [2] te snagom poslovnog sinergizma zajednički djeluju i unapređuju svoje pojedinačne aktivnosti.

Zadružno organiziranje i zadruga, kao gospodarski subjekt i nositelj zadružnog organiziranja, predstavljaju specifičnu organizacijsko-vlasničku arhitekturu poslovanja koja je organizirana i posluje kroz sedam svojih temeljnih načela .

Zadruga nije idealizirani „recidiv prošlih vremena“ kako je se uobičajava, verbalno diskreditirati, već suprotno, predstavlja gospodarski oblik udruživanja i legalnu stvarnost, koja je nastala kao odgovor na globalizaciju društava kapitala u Engleskoj [3].

Današnja, sektorski po resursima usitnjena i vlasnički „rasparcelirana“ struktura pojedinih zemalja, s jedne strane, i kapitalna globalizacija s druge, (posebice u tranzicijskim zemljama, kakva je i Hrvatska), sve više pokazuje potrebu za „trećim“ zadružnim putem organiziranja. On kod nas nije dovoljno poznat kao zadružna posebitost, uloga i mjesto na mikro i makrorazini gospodarskog organiziranja, resursno manje snažnih entiteta (zemljištem, radom, kapitalom i menadžmentom kao znanjem).

To nikako ne znači, da se kroz poslovno zajedništvo zadružne organizacije isključuje pojedinačna, poduzetnička inicijativa, društava kapitala i obrta, već da se kroz skupnu, zadružnu organizaciju pojedinaca - entiteta objedine, zajednički poslovni segmenti tehničko-tehnoloških funkcija poslovanja (nabava, prodaja, istraživanje tržišta, dizajnersko-projektantske i istraživačke usluge i inovacije, distribucija, organizacija računovodstveno-pravnih poslova i dr.). Isto tako, zadružno organiziranje se ne smije shvaćati kao negaciju, organiziranja kroz društva kapitala, tamo gdje investitori-vlasnici, taj organizacijski oblik vide kao svoju organizacijsko-poslovnu, konkurencijsku prednost, odnosno težnju da trguju vlasničkim udjelima poduzeća kroz spekulativnu utakmicu na tržištima kapitala.

2. Teoretsko-metodološki dio i izvori podataka za analizu

U ekonomskoj teoriji svi složeni entiteti na mikro i makrorazini organiziranja, predstavljaju inicijalni oblik sustava, pa tako i zadružno organiziranje. No nije svaki složeni entitet i sustav. Sustavi su, prema općoj teoriji sustava (OTS), puno šire definirani od onih koje nazivamo ekonomskim sustavima.

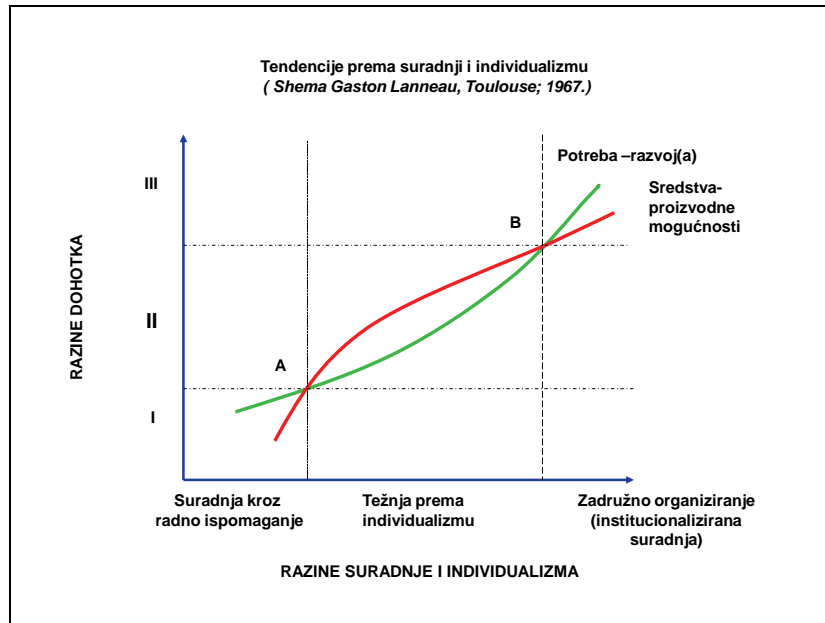
Definicije sustava kao ekonomskog i stohastičkog, govore da je *sustav skup entiteta (dakle, složen je) ujedinjenih pravilima (nije neuređen) u uzajamnoj interakciji (funkcionalno-uzajaman)* [4], ili da je *sustav skup elemenata koji čine integralnu cjelinu u sklopu kojeg se zbivaju određeni procesi podvrgnuti kontroli* [4]. U zadružnom organiziranju je naglasak sukladno definiciji, na ujedinjenim pravilima, uzajamnoj interakciji i kontroli svih njezinih članova.

Govoreći o zadružnom organiziranju, ekonomska teorija i ekonomska praksa to potvrđuje, jest složeni sustav članova (entiteta) i to onih resursima manje snažnih i organizacijski nepovezanih koji obavljaju samostalne poslovne poduhvate, s globalno trajnijim komparativnim prednostima i održivim poslovanjem.

U teoretsko-sociopsihološkom smislu taj je proces prijelaz iz individualnih poduzetničkih poduhvata u skupne i usustavljene organizacije vrlo slikovito prikazao francuski sociolog Gaston Lanneau [4], svojom jednostavnom i interpretativno sadržajnom shemom tendencije prema suradnji i individualizmu [5] koju su autori prilagodili, prikazana je na slici 1.

Polazeći od dvije temeljne varijable u koordinatnom sustavu, od kojih ovisi poslovna odluka ili suradnja u bilo kojem obliku organiziranja, prema [5], autor veže za razinu dohotka (os ordinata) pojedinca, resursno limitiranog i na „razmeđu“ poslovne dileme – „želim li se poslovno (konkurentski) i dohodovno dalje razvijati uz komplementarni sinergizam s drugima“ – istim ili sličnim.

Gospodarska suradnja među pojedinim gospodarskim subjektima nije slučajnost kao niti, njihov pojedinačni, individualni proizvodno-tržišni nastup. Suradnja je primarno gospodarska nužnost onih kod kojih su temeljni resursi, kao obilježje proizvodne mogućnosti, u stanovitom "hendikepu" bilo svojom kvalitetom ili raspoloživom kvantitetom [6].



Slika 1: Tendencije k suradnji i individualizmu, prema Lanneauovoj shemi

Uvijek kada su proizvodni resursi u raskoraku s potrebama i zahtjevima (stanje prije točke A i poslije točke B), svaki proizvodni subjekt u tržišnim uvjetima nastoji pronaći način i oblik kojim bi taj nedostatak kompenzirao. Pritom je zajednički cilj stvaranje veće učinkovitosti kroz konkurentnost, trenutačnih proizvodnih mogućnosti resursa, pojedinaca, poduzetnika, odnosno obrtnika u sektoru tekstila, kože i obuće. Kako su resursi, odnosno njihovo kvantitativno povećanje te kvalitativno poboljšanje kao proizvodna odlika, vezani uz visoka investicijska ulaganja i ostale kapitalne mogućnosti (koja su uvijek individualnom sposobnošću ograničena), to će brzo povećanje proizvodnje u njemu biti nemoguće u kratkom vremenu. Stoga je poslovna suradnja, poznata i priznata kroz zadružno organiziranje, kao poslovno-sinergijska forma, poslovno povezanih pojedinaca, obrta i malih i srednjih poduzeća (članova kao pravnih osoba), općenito, ali i posebno značajno u sektoru tekstila, kože i obuće, i kao teoretska, a onda i općevažna nužnost konkurentne i razvojne budućnosti.

Motivi i pokretanje inicijative, za zadružnim organiziranjem započinju onda kada se rađa nezadovoljstvo pojedinih entiteta (pravnih ili fizičkih osoba) da svoj, trenutačno, dostignuti stupanj rasta i razvoja ostvari vlastitim mogućnostima - ograničenih resursima (radom, zemljištem-prostorom, kapitalom i menadžmentom kao znanjem). Drugim riječima, onda, kada se „dovoljno snažno sukobe“ sadašnje mogućnosti i potrebe i osobna voljnost za daljnjim rastom i razvitkom poslovanja ili aktivnosti u upošljavanju.

Motivirajuće nezadovoljstvo pojedinca, kao pokretača zadružnog organiziranja i osnivanja zadruge, relacijski je moguće predstaviti sljedećom stohastičkom vezom [7]:

$$N = (V_1 - V_2) \times V_3 \quad V_1; V_2; V_3 \in \mathbb{R}$$

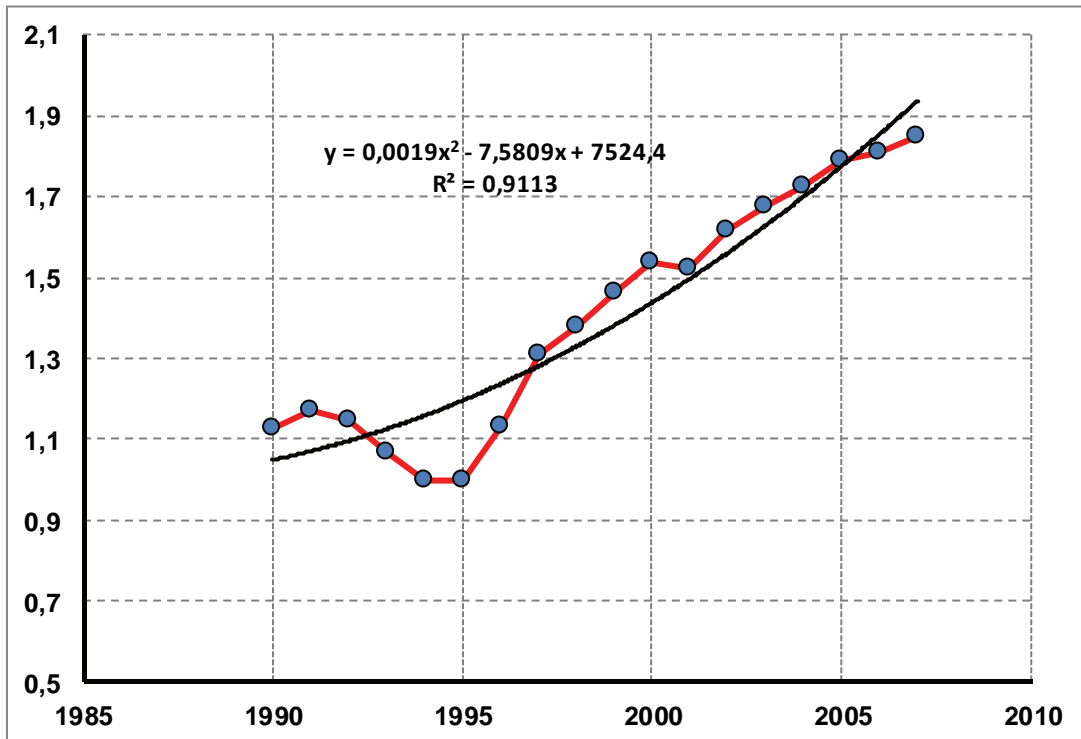
gdje V_1 valorizira željeno pretpostavljeno postignuće (očekivanje); V_2 raspoložive mogućnosti (imanje) i V_3 procjena osobe važnosti mjerena Likertovom skalom.

Gledajući na praktičnoj razini, oni entiteti (npr. nezaposleni pojedinci) koji kroz zadružno organiziranje žele svojim osobnim resursima, dati dodatnu vrijednost, a to su znanje (kako nešto učiniti) i resurs rada odnosno - ambiciju, koja radom prelazi u novu, odnosno dodatnu vrijednost (proizvod ili uslugu) koja je tržišno osmišljena i prihvatljiva. Kako bi se provela detaljnija ekonometrijsko-statistička analiza, a zatim izradila sektorska preporuka, utemeljena na činjeničnim i kvantitativnim osnovama, potrebno je jasno definirati sadržaj praćenja sektorski relevantnih, tehnološko-ekonomsko-tržišnih parametara.

3. Rezultati i rasprava

U sektoru tekstila, kože i obuće postoje obrti, mikro, mali i srednji poduzetnici kao pravne osobe, ali i značajan broj nezaposlenih, koji predstavljaju kandidate za udruživanje u zadružni oblik organiziranja kao sinergijski iskorak razvoja i izlaza iz postojećih ograničenja. Izračunata su i na slici 2 prikazana dosadašnja

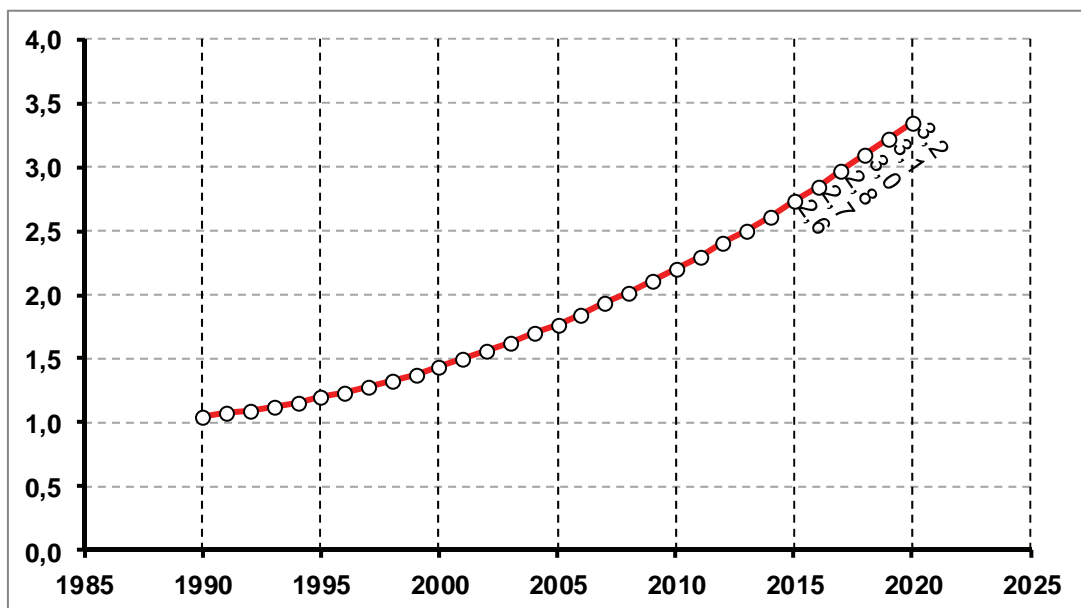
kretanja ograničenog resursa rada (prosječan broj uposlenih) u ukupnom hrvatskom obrtništvu u trinaestogodišnjem razdoblju (1990. – 2007. godine) prema statističkim podacima [8].



Slika 2: Dosadašnja kretanja ograničenog resursa rada (prosječan broj uposlenih) u ukupnom hrvatskom obrtništvu

Analizirajući resurs rada, prikazan na slici 2, kao ograničavajući, u segmentu ukupnog obrtništva i vlasničke strukture gospodarstva, koji je značajno zastupljen i u sektoru tekstila i kože, vidljiv je njegov usporeniji rast prema prosječnoj uposlenosti od 2 uposlenika po obrtu.

Koristeći se trendovskom projekcijom, temeljenoj na dosadašnjim kretanjima, uz uvjet *ceteris paribus*, korištena je polinomna funkcija drugog reda. Iako je, dugoročna projekcija, metodološki nepreporučljiva [9], zbog relativno slabe varijabilnosti dosadašnjih kretanja ($R^2 = 0,91$), odlučili smo se ipak na projekciju serije do 2020. godine i novih mjera EU-a.



Slika 3: Trendovska projekcija prosječne uposlenosti po obrtu (*ceteris paribus*) u ukupnom obrtništvu RH

Prema raspoloživim podacima za analizu, u dijelu proizvodnog obrtništva iz sektora tekstil, koža i obuća, može se indirektno zaključiti, o njegovom budućem, mogućem samostalnom rastu i razvitku, a time i konkurentnosti, u okvirima sadašnjih, samostalnih, vlastitih resursa (rada, dostupnog prostora, kapitala i menadžmenta-poslovnog). Trend pada broja proizvodnog obrtništva u sektoru tekstila, kože i obuće, posljednjih pet godina vidljiv je u obradi autora prema statističkim podacima [8] u tablice 1, također upućuje na ovaj zaključak.

Tablica 1: Kretanje broja obrtničkih radnji i udjela u ukupnom proizvodnom obrtništvu RH

Godina	Proizvodni obrti – tekstil (broj)	Udio (u %)	Proizvodni obrti – koža i krzno (broj)	Udio (u %)
2009.	1.406	1,47	262	0,27
2010.	1.267	1,39	169	0,18
2011.	1.214	1,40	155	0,20
2012.	1.130	1,30	140	0,20
2013.	1.047	1,30	124	0,10
2014.	984	1,20	117	0,10

4. Zaključci

Na globalnom gospodarskom tržištu, mali i srednji poduzetnici, obrt i ostali legalni pravni oblici, neizostavni su dio svake gospodarske strukture u svijetu pa i u Hrvatskoj. Njihova laka i brza tržišna prilagodljivost i preorijentacija, opravdava njihovo postojanje, ali su mogućnosti njihovog razvoja slabe zbog usitnjenosti i ograničenih individualnih mogućnosti. Iz navedenog proizlazi da umrežavanje kroz zadružno organiziranje predstavlja okrupnjavanje potencijala ponude, standardizaciju i jamstvo kvalitete, jačanje funkcije nabave prema dobavljačima, a samim tim i jačanje tržišnih kompetencija.

Osim gospodarskih prednosti, zadruga i zadružno organiziranje traži od svojih članova društveno odgovornu poslovnu, koristeći pritom sedam proklamiranih, međunarodnih načela organizacije i poslovanja.

U vrijeme gašenja velikih gospodarskih sustava, u ovom sektoru Republike Hrvatske, radnici i radno iskustvo kao resurs i obilježje kvalitete ostao bi imobiliziran, bez pružene mogućnosti novog organiziranja kroz zadrugu.

Literatura

- [1] Ekelund, R.B. Jr. & Hebert R.F.: Povijest ekonomske teorije i metode, Mate, ISBN 953-6070-21-9, Zagreb, (1997)
- [2] International Co-operative Alliance (ICA): What is a co-operative?, U Co-operative enterprises build a better world; The Co-operative movement. *Dostupan na* <http://ica.coop/en/what-co-operative> i www.cedra.hr/assets/attach/posts/781/coopseurope, *Pristupljeno:* 2014-01-05
- [3] Zadružni priručnik, ur. Mataga, Ž., Hrvatski savez zadruga, Zagreb, ISBN 953-951 78-0-X (2005)
- [4] Srića, V.: Poslovni informacijski sustavi; Uvod u kolegij; Katedra za informatiku Ekonomski fakultet – Zagreb, *Dostupno na* https://www.google.hr/search?q=velimir+Sri%C4%87a+Informacijski+sistemi,+Informator,+Zagreb,+1978.&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=FuavVNjtA4KxPamPgG#q=velimir+Sri%C4%87a+Informacijski+sustavi,+Informator,+Zagreb,+1978.&start=20; *Pristupljeno:* 2015-01-09
- [5] Lanneau, G.: De l'individualisme à la coopération en milieu rural, U Annales, Faculté des lettres et sciences humaines de Toulouse, Toulouse, **3** (1967) 4, srpanj, HOMO VI, pp. 67-84, *Dostupno na* http://www.lanneau.org/gaston/pdf/2-cooperation%2067__16.pdf, *Pristupljeno:* 2014-01-05
- [6] Williams, C. R.: The Cooperative Movement – Globalization from Below, Corporate Social Responsibility Series, ISBN 978-0-7546-7038-4, ASHGATE, (2007)
- [7] Stevenson J. & William, W.: Operations management, McGraw-Hill, 2009, ISBN: 978-0-07-337784-1
- [8] Hrvatska obrtnička komora, Zagreb; *Dostupno na* http://www.hok.hr/statistika/obrtništvo_u_brojka, *Pristupljeno:* 05-01-2015
- [9] Soper, J.: Mathematics for Economics and Business, Blackwell Publishers, ISBN: 0-631-20781-3, (2002)

Zahvala

Ovom se noticom zahvaljujem dragoj kolegici i suradnici Dr. sc. Maji Stracenski Kalauz na vremenu, trudu i brizi koju je posvetila ovom radu, kako bi dodatnim sugestijama dobio pravu formu i sadržajnu cjelovitost.

Autori:

Prof. dr. sc. Miroslav TRATNIK, vanjski suradnik
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10 000 Zagreb
Tel: +(...) (...) Fax: +(...) (...)

E-mail: mtratnik@agr.hr
miroslav.tratnik@tff.hr

Aleksandar NEDANOV, dipl.ing.
Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
Svetošimunska, HR-10 000 Zagreb
Tel: +(...) (...) Fax: +(...) (...)

E-mail: anedanov@agr.hr

Dr. sc. Željko KNEZIĆ, predavač
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10 000 Zagreb
Tel: +(...) (...) Fax: +(...) (...)

E-mail: zeljko.knezic@tff.hr

PRIMJENA ELEMENATA MUŠKE ODJEĆE NA KROJU ŽENSKIH HLAČA

APPLICATION OF ELEMENTS OF MEN'S WEAR IN DEVELOPING PATTERN FOR WOMEN'S TROUSERS

Irena VITEZ; Ksenija DOLEŽAL; Renata HRŽENJAK & Blaženka BRLOBAŠIĆ
ŠAJATOVIĆ

Sažetak: U ovom je radu predstavljen razvoj ženskih hlača iz osnovnog modela muških hlača. Brojne društvene promjene i zakoni pojedinog razdoblja utjecali su na modu i odabir odjevnih predmeta, a najveći otpori i protivljenja odnosila su se upravo na ženske hlače. S obzirom da su tijekom povijesti bile dio muške odjeće, neke od prvih ženskih modela u potpunosti su nalikovale muškima. U okviru eksperimentalnog dijela istražen je kroj ženskih hlača inspiriran modelima 40-ih godina 20. stoljeća.

Abstract: The paper presents the development of women's trousers from a basic model of men's trousers. Numerous social changes and laws of a period affected fashion and the selection of garments. Most resistance and opposition was registered in reference to women's trousers. Since they were through history a part of men's wear, some of the first models of women's trousers fully resembled men's trousers. The experimental part describes the pattern for women's trousers inspired by models of 1940's of the 20th century.

Ključne riječi: ženske hlače, muške hlače, konstrukcija odjeće, modeliranje odjeće.

Keywords: women's pants, men's pants, garment construction, modeling clothing.

1. Uvod

Tijekom povijesti hlače su bile muški odjevni predmet, a tek početkom 20. stoljeća postaju dio ženske odjeće. U ženskom odijevanju prihvaćane su dugi niz godina uz mnoga neodobravanja i zabrane. U 18. stoljeću, prema tvrdnji Quentina Bella, britanskog povjesničara, ruska carica Elizaveta Petrovna (1741. - 1762.) izražavala je nezadovoljstvo odijevanjem žena u duge suknje s obzirom da su u potpunosti prekrivale donji dio tijela. Njen utjecaj na promjene u odabiru odjeće očitovao se prilikom organizacije zabava „metamorfoza“ na kojima su žene bile odjevene u hlače, a muškarci u suknje. Međutim, hlače su i dalje, kao muško obilježje, za žene bile potpuno neprikladne [1]. U nekim zemljama (Kina) odijevanje hlača bilo je obilježje klasne pripadnosti. Tako su visoki društveni slojevi bili odjeveni u duge suknje, a niži društveni slojevi su, bez obzira na spolnu pripadnost, nosili hlače. Tek 19. stoljeće označava početak promjena u ženskom odijevanju, iako su i dalje postojali veliki društveni otpori prema ženskim hlačama. U nekim dijelovima Europe, poglavito u Parizu, doneseni su zakoni koji su zabranjivali ženama odijevanje hlača. Ukoliko bi ih unatoč zabrani ipak odjenule, uslijedila bi zatvorska kazna. Međutim, nošenje hlača dopuštalo se u iznimnim prilikama, a dozvola se izdavala na šest mjeseci uz preporuku liječnika te ovjeru načelnika policije. Mogući razlozi izdavanja dozvole bili su većinom zdravstvene prirode [2,3]. Jedna od prvih žena koja je odjenula hlače u Parizu 30-ih godina 20. stoljeća bila je Coco Chanel. Ona je kreirala prvo žensko odijelo s hlačama 1930-ih godina za Merlene Dietrich. Bio je to trend koji su mnoge holivudske dive toga vremena prihvatile i započele revoluciju u ženskom odijevanju [1, 2].

2. Povijesni pregled modela ženskih hlača

Sredinom 19. stoljeća sve više se upozoravalo na probleme uzrokovane tadašnjom modom, poglavito u Engleskoj i Americi. Na primjeru odijevanja u uske korzete i teške krinoline ukazivalo se na potpunu nefunkcionalnost i nastanak tjelesnih deformacija te se nastojalo upozoriti na što hitnija racionalnija modna rješenja.

Ideju o hlačama, kao sastavni dio svakodnevnog ženske odjeće, pokrenula je Amelia Jenks Bloomer 1851. godine. U feminističkom časopisu *The Lily*, objavila je članak u kojem je predložila da žene nose neku vrstu „turskog kostima“ koji bi se sastojao od širokih hlača privezanih uz gležnjeve, a preko njih kratka suknja. Te su hlače bile popularne samo unutar Oneidske zajednice, a Amelia Jenks Bloomer koja je na svojim predavanjima nosila iste, bila je ismijana i ubrzo odustala od njih [1, 2].



a.



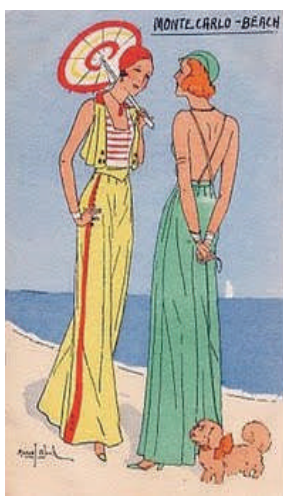
b.

Slika 1: a. Bloomer hlače, 1851. [4]; b. Bloomer sportske hlače, 1890. [5]

Krajem 19. stoljeća *bloomers* hlače se pojavljuju u izmijenjenom obliku. Osnovna funkcija im je bila olakšati ženama vožnju biciklom. Naime, biciklizam je postao toliko popularan da su se neki krojači specijalizirali za izradu biciklističkih odora. Od tog su vremena hlače polako prihvaćane kao dio ženske odjeće.

U 20. stoljeću, nakon Prvog svjetskog rata, s društvenim promjenama mijenjaju se i navike ljudi, a sport i turistička odredišta postaju sastavni dio života. Sportske aktivnosti zahtijevaju odgovarajuću odjeću, a hlače se nameću kao najbolje rješenje koje ženama omogućuje sudjelovanje u sportskim te rekreacijskim aktivnostima [6].

Nakon Prvog svjetskog rata, francuski kreatori poput Chanela i Vionneta, kreiraju *palazzo* hlače, vrlo širokih nogavica, kao dio večernjih odjevnih kombinacija. Taj trend je u Americi 30-ih godina 20. stoljeća bio izuzetno popularan jer su *palazzo* hlače sačinjavale dio „uniforme“ za ispijanje koktela. Slijedili su još neki modeli koji su obilježili 20. stoljeće. Jedne od popularnih bile su i *harem* hlače (*dimije*) koje su ušle u modu djelomično zahvaljujući kreatoru Paulu Poiretu i njegovoj večernjoj kolekciji inspirirane kostimima Diaghilevim Ballets Russesom (baletna skupina) te orijentalnim kostimima. Zatim, tijekom 40-ih i 50-ih godina ženske hlače su bile pozicionirane u struku, široke pojasnice i najčešće *cigaret* kroja (cilindrični kroj) ili ravnih nogavica [1,2]. Od tada pa do danas upotrebljavani su razni krojevi i materijali za izradu ženskih hlača, ali su tek 70-ih godina 20. stoljeća postale općeprihvaćen ženski odjevni predmet.



a.



b.



c.



Slika 2: Razni modeli ženskih hlača: a. Palazzo hlače; b. Harem hlače; c. Hlače *cigaret* kroja [1].

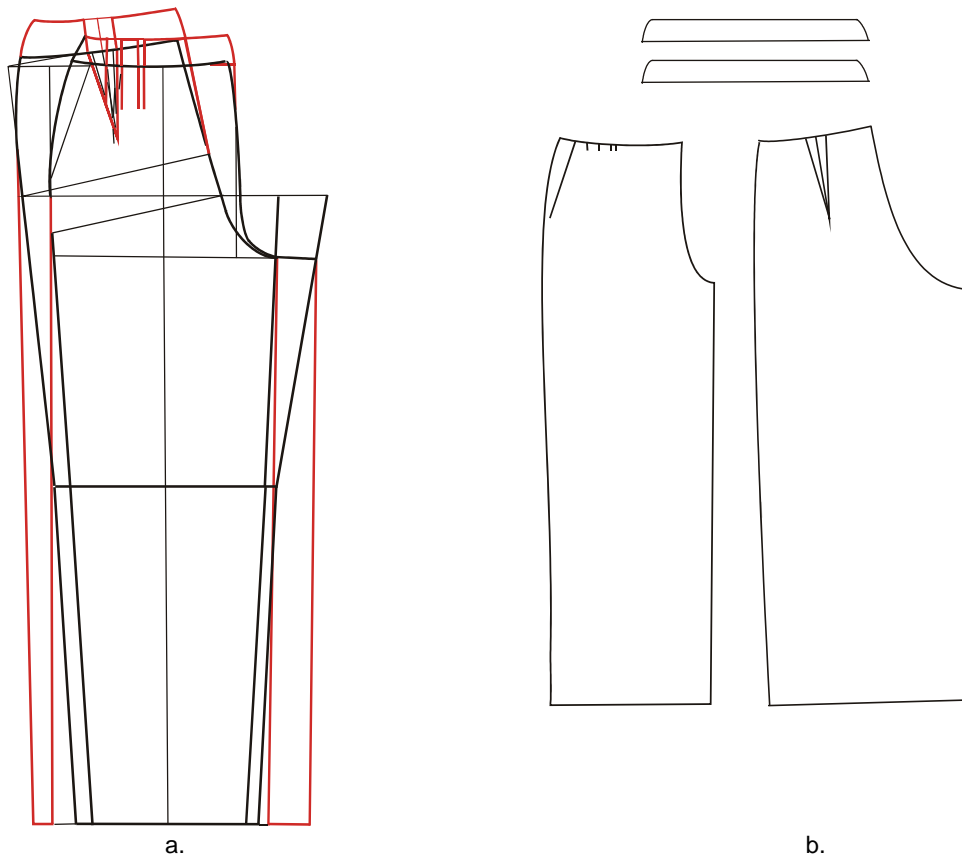
3. Eksperimentalni dio

Istraživanjem su obuhvaćeni modeli ženskih hlača prikazani na slici 3. Odlike su im pripijajući gornji dio (područje zdjelice) i široke nogavice ravnog kroja, koje sežu do ispod gležnja te pojasnica krojena iz dva dijela.



Slika 3: Modeli ženskih hlača s istaknutim muškim elementima: a. [7]; b. [8]; c. [9]

Pri konstrukciji kroja korištena je temeljna konstrukcija ženskih hlača, a tijekom modeliranja pridruženi su elementi muške odjeće [10].



Slika 4: a. konstrukcija i modeliranje ženskih hlača; b. krojni dijelovi ženskih hlača

4. Rezultati i rasprava

U cilju realizacije zadanih modela ženskih hlača pristupilo se konstrukciji prednjeg i stražnjeg dijela temeljnog kroja. Tijekom postupka modeliranja izmijenjeni su neki postojeći elementi, ali i pridruženi novi. Ušitak s prednjeg dijela je tako postao nabor, nogavice su proširene, a hlačama je pridružena i pojasnica kao zaseban krojni dio. Budući da su se na muškim hlačama, na prednjem dijelu, najčešće nalazila dva nabora, vrijednost drugog nabora dobila se proširivanjem struka do područja sjedala.

5. Zaključak

Povijesni pregled razvoja ženskih hlača potvrđuje dominaciju ustaljenih pravila odijevanja vezanih uz rodni identitet. Odstupanje od uvriježenih norma stoga je i rezultiralo brojnim zabranama i društvenim neprihvatanjem. Ipak, u cilju prilagodbe duhu vremena ženske su hlače, tijekom dužeg razdoblja, gotovo u potpunosti nalikovale muškima. Pri izradi kroja takvih modela, dodavanjem muških elemenata mijenjao im se izgled. Jedina ženska karakteristika im je, gotovo uvijek prisutna, pojasnica koja je, prateći liniju tijela, naglašavala ženstvenost. Iz navedenog primjera može se zaključiti da je manjim izmjenama u postupku modeliranja moguće u konačnosti potpuno promijeniti izgled odjevnog predmeta.

Literatura

- [1] Gunn, T.; Calhoun, A.: *Tim Gunn's Fashion Bible*, Gallery Books, ISBN 978-1451643862, New York, (2012)
- [2] Vitez, I.: *Elementi muške odjeće u ženskom odijevanju*, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (2014.)
- [3] Steele, V.: *Paris Fashion*, Berg publishers, ISBN 9781859739730, Oxford, (1998)
- [4] Dostupan na [http://en.wikipedia.org/wiki/Bloomers_\(clothing\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Bloomers_(clothing)), *Pristupljeno*: 2014-1-11
- [5] Dostupan na <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Bloomer-Club-cigars-satire-p-adv054.JPG>, *Pristupljeno*: 2014-2-11
- [6] Jukić, D. & Simončić, K. N.: Promjena značenja hlača u ženskoj garderobi kroz 19. i 20. stoljeće, *TEDI*, 2 (2012) 2, str. 54-63, ISSN 1847-9545
- [7] Dostupan na <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/79/91/44/7991448505e80dd831081b8873df6f9c.jpg>, *Pristupljeno*: 2014-4-10
- [8] Dostupan na <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/236x/5d/a6/a0/5da6a07e7720cd33472574c7e873da4f.jpg>, *Pristupljeno*: 2014-4-10
- [9] Dostupan na http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2012/10/18/article-2219667-15909CA3000005DC-323_634x792.jpg, *Pristupljeno*: 2014-14-11
- [10] Ujević, D.; Rogale, D. & Hrastinski, M.: *Tehnike konstruiranja i modeliranja odjeće*, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN 978-953-7105-36-5, Zagreb, (2010.)

Autori:

Irena VITEZ, univ. bacc. ing. tex., Dr. sc. Ksenija DOLEŽAL, Dr. sc. Renata HRŽENJAK, Dr. sc. Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb
Tel.: +(385) (1) 37 12 561 Fax: +(385) (1) 37 12 599

E-mail: vitezirena@gmail.com
ksenija.dolezal@tff.hr
renata.hrzenjak@tff.hr
blazenka.brlobasic@tff.hr

INDEKS AUTORA

INDEX OF AUTHORS

- Jadranka AKALOVIĆ, 76, 108
Aleksandar BATTISTA ILIĆ, 112
Sandra BISCHOF, 34, 66, 172
Davor BONEFAČIĆ, 52
Romana BOSEK, 144
Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ, 148, 164, 184
Ružica BRUNŠEK, 116
Tina ČVORIG, 120
Tihana DEKANIĆ, 1
Karla DOBRANIĆ, 124
Ksenija DOLEŽAL, 148, 184
Jacqueline DOMJANIĆ, 138
Zvonko DRAGČEVIĆ, 5, 28, 94
Nikolina DRAKULA, 10
Dragan ĐORĐEVIĆ, 90
Sanja ERCEGOVIĆ RAŽIĆ, 10
Sandra FLINČEC GRGAC, 48, 120
Antonela FULIR, 16
Selena GAZDA, 86
Martinia Ira GLOGAR, 20
Alica GRILEC KAURIĆ, 112
Renata HRŽENJAK, 148, 184
Anica HURSA ŠAJATOVIĆ, 5, 94
Ermin HUSAČ, 128
Marina IVANŠIĆ, 120
Branimir IVŠIĆ, 52
Dragica KANTOCI, 5
Edina KARABEGOVIĆ, 128
Isak KARABEGOVIĆ, 128
Robert KATAVA, 24
Snježana KIRIN, 28
Željko KNEZIĆ, 132, 156, 178
Tomislav KOLARIĆ, 138
Dragana KOPITAR, 144
Ivan KOSALEC, 10
Zorana KOVAČEVIĆ, 34
Suzana KUTNJAK-MRAVLINČIĆ, 124
Ante LAŽETA, 120
Danijela LIVIĆ, 148
Miloš LOZO, 38
Dijana LUKUNIĆ, 44
Thomas LUXBACHER, 66
Jelena MACAN, 98
Mehmed MAHMIĆ, 128
Igor MAJNARIĆ, 76
Tina MARINOVIĆ, 48
Tomo MIOČ, 120
Marija NAKIĆ, 58
Aleksandar NEDANOV, 178
Ivan NOVAK, 172
Marina OREŠKOVIĆ, 160
Matija PAJIĆ, 168
Đurđica PARAC - OSTERMAN, 20
Alenka PAVKO ČUDEN, 152
Gordana PAVLOVIĆ, 24
Irena PAVLOVIĆ, 108
Marijana PAVUNC, 82, 116
Željko PENAVALA, 52, 58, 62, 132, 156
Jelena PERAN, 10
Slavenka PETRAK, 160
Josip PETRIĆ, 132
Irena PETRINIĆ, 66
Tanja PUŠIĆ, 1, 66, 108
Petar RADANOVIĆ, 70
Nebojša RISTIĆ, 90
Denis RISTIVOJEVIĆ, 164
Kristina RUSAK, 76, 102
Almira SADAR, 152
Katarina Nina SIMONČIĆ, 112
David SKALA, 86
Zenun SKENDERI, 108, 144
Ivo SOLJAČIĆ, 1
Maja SOMOGYI ŠKOC, 98
Mihovil STAROVEŠKI, 86
Tomislav STEPIĆ, 86
Ana SUTLOVIĆ, 10, 16, 34, 44
Irena ŠABARIĆ, 48, 164
Bosiljka ŠARAVANJA, 5
Diana ŠIMIĆ PENAVALA, 58, 62
Miodrag ŠMELCEROVIĆ, 90
Sanja ŠVRAKA, 168
Anita TARBUK, 16, 44
Marijana TKALEC, 62
Antoneta TOMLJENOVIĆ, 76, 102
Miroslav TRATNIK, 172, 178
Darko UJEVIĆ, 138
Andrej VILAR, 152
Tomislava VILUS, 156
Irena VITEZ, 184
Zlatko VRLJIČAK, 38, 70
Edita VUJASINOVIĆ, 82, 116
Petja ZOREC, 152
Ivana ŽILJAK STANIMIROVIĆ, 20