

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

TEKSTILNA ZNANOST I GOSPODARSTVO



TEXTILE SCIENCE & ECONOMY

ZBORNİK RADOVA

5. međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje
Tekstilna znanost i gospodarstvo

BOOK OF PROCEEDINGS

5th International Scientific-Professional Symposium
Textile Science and Economy

26. siječnja 2012, Zagreb, Hrvatska

26th January 2012, 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**

**ZNANSTVENO VIJEĆE ZA TEHNOLOŠKI RAZVOJ
HRVATSKE AKADEMIJE ZNANOSTI I UMJETNOSTI**



**THE SCIENTIFIC COUNCIL FOR TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF
CROATIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS**

AKADEMIJA TEHNIČKIH ZNANOSTI HRVATSKE



CROATIAN ACADEMY OF ENGINEERING

Suorganizator/Co-organizer:



Pokrovitelji/Patrons:

MINISTARSTVO ZNANOSTI, OBRAZOVANJA I ŠPORTA



MINISTRY OF SCIENCE, EDUCATION AND SPORTS

HRVATSKA GOSPODARSKA KOMORA



CROATIAN CHAMBER OF ECONOMY

HRVATSKA OBRTNIČKA KOMORA



CROATIAN CHAMBER OF TRADES AND CRAFTS

HRVATSKA UDRUGA POSLODAVACA



CROATIAN EMPLOYERS ASSOCIATION

Izdavač/Publisher:

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, Hrvatska

Urednici/Editors:

Prof. dr. sc. Darko Ujević
Prof. dr. sc. Željko Penava

Tehnički urednici/Technical Editors:

Prof. dr. sc. Željko Penava
Dr. sc. Dragana Kopitar
Emilija Zdraveva, dipl. ing.
Goran Čubrić, dipl. ing.

Lektorica za hrvatski jezik/Croatian Language Reviewer:

Dr. sc. Blanka Pašagić

Lektor za engleski jezik/English Language Reviewer:

Miroslav Horvatić, prof.

TZG logo/TZG logo:

Dr. sc. Martinia Ira Glogar, doc.

Dizajn naslovnice/Cover Design:

Mr. sc. Slavica Bogović

Priprema za tisak/Page Layout:

Prof. dr. sc. Željko Penava

Tisak/Printed by:

Tiskara Zrinski d.d., Čakovec

Kontakt adresa/ Contact address:

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

University of Zagreb
Faculty of Textile Technology
Prilaz baruna Filipovića 28a
HR-10000 Zagreb
☎: +(385) (1) 3712500
✉: tzg@ttf.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 2012, 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 2012.

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 2012.

Počasni odbor/Committee of Honour:

Predsjednik/President: Prof. emeritus **Ivo Soljačić**
Prof. dr.sc. **Aleksa Bjeliš**
Prof. dr. sc. **Melita Kovačević**
Akademik **Marin Hraste**
Akademik **Josip Pečarić**
Prof. dr. sc. **Stanko Tonković**
Prof. dr. sc. **Igor Čatić**
Prof. **Zlata Mencl Bajš**

Znanstveni odbor/Scientific Programme Committee:

Predsjednik/President: Prof. dr. sc. **Darko Ujević**
Dr. sc. **Snježana Firšt Rogale**, doc.
Prof. dr. sc. **Sunghoon Jeong**
Prof. dr. sc. **Yi Li**
Prof. dr. sc. **Vladan Končar**
Prof. dr. sc. **Stana Kovačević**
Prof. **Nina Režek Wilson**

Organizacijski odbor/Organizing Committee:

Predsjednik/President: Prof. dr. sc. **Budimir Mijović**
Dr. sc. **Slavenka Petrak**, doc.
Prof. dr. sc. **Vesna Tralić Kulenović**
Prof. dr.sc. **Zenun Skenderi**
Prof. dr. sc. **Željko Penava**
Dr. sc. **Ivan Novak**, doc.
Ante Gavranović, novinar
Srećko Sertić
Damir Vitez, dipl. ing.
Vinko Barišić, dipl. ing.
Božidar Ledinko
Bosiljka Šaravanja, dipl. ing.
Emilija Zdraveva, dipl. ing.
Sandra Đekanović, dipl. oec.

Recenzenti/Reviewers:

Jadranka Akalović dipl. ing.; Prof. dr. sc. Sandra Bischof Vukušić; Mr. sc. Bajro Bolić; Dr. sc. Snježana Firšt Rogale doc.; Dr. sc. Anica Hursa Šajatović; Prof. dr. sc. Stana Kovačević; Prof. dr. sc. Budimir Mijović; Dr. sc. Ivan Novak doc.; Dr. sc. Blanka Pašagić; Prof. dr. sc. Željko Penava; Prof. dr. sc. Emira Pezelj; Dr. sc. Vesna Marija Potočić Matković doc.; Prof. dr. sc. Tanja Pušić; Prof. dr. sc. Dubravko Rogale; Prof. dr. sc. Zenun Skenderi; Prof. emeritus Ivo Soljačić; Bosiljka Šaravanja, dipl. ing.; Dr. sc. Ružica Šurina; Dr. sc. Antoneta Tomljenović, doc.; Prof. dr. sc. Vesna Tralić-Kulenović; Prof. dr. sc. Miroslav Tratnik; Prof. dr. sc. Darko Ujević

Predgovor

U predvečerje obilježavanja 50 godina Tekstilnog studija na Sveučilištu u Zagrebu, kao i 20. obljetnice Tekstilno tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, čast nam je u sklopu jubilarnog 5. po redu savjetovanja Tekstilna znanost i gospodarstvo predstaviti i ovaj Zbornik koji upravo čitate. Od svog prvog izdanja publiciranog 2008. godine, Zbornik savjetovanja TZG pred autore radova postavlja visoke zahtjeve svojstvene ozbiljnim sveučilišnim publikacijama sa ciljem pridonosa znanstvenom progresu u području ekonomskog rasta i razvoja tekstilnog gospodarstva, poticanja šire javnosti na znanstvenu i stručnu konstruktivnu raspravu oko razvojne problematike, poticanja poslijediplomskih studenata na istraživački rad i akademsko pisanje, te promoviranja inovativnosti, raznovrsnosti, individualnosti i osobnosti u promišljanju o razvojnoj problematici tekstilnog gospodarstva Hrvatske.

U nastojanju da kvaliteta objavljenih radova bude prepoznata kako u znanstvenim tako i u stručnim krugovima, uredništvo se zajedno sa organizacijskim odborom savjetovanja maksimalno angažiralo na pozivima i poticanju priznatih stručnjaka i znanstvenika za sudjelovanje kako na savjetovanju tako i sa svojim radovima objavljenim u ovom i prethodnim Zbornicima. Koristimo ovu priliku da se zahvalimo autorima radova, recenzentima, redakciji i uredništvu Zbornika te svim drugim suradnicima koji su svojim predanim i odgovornim radom pomogli objavljivanju ovog, petog po redu, jubilarnog broja Zbornika radova. Bez ikakvog pretjerivanja može se reći da ovaj Zbornik svojom interdisciplinarnošću, ozbiljnošću teorijskih analiza i mnoštvom aktualnih podataka, zainteresiranom čitatelju omogućava zanimljiv uvid u hrvatsko tekstilno gospodarstvo, tekstilnu znanost te njihovu ekonomsku i stručnu povezanost u kontekstu unutarnjih razvojnih problema i globalizacijskih izazova.

Ovogodišnje savjetovanje TEKSTILNA ZNANOST I GOSPODARSTVO (TZG) krasi i uključivanje vrijednog suorganizatora - "Suvremena.hr", koji je svojim sudjelovanjem u pripremi, organizaciji, promoviranju i svim ostalim aktivnostima značajno pridonio brojnosti i kvaliteti izlagača i radova te ukupnom uspjehu savjetovanja, a ujedno potvrdio dosizanje važnog cilja savjetovanja - izravna suradnja i stručna povezanost tekstilne znanosti s gospodarstvom. Upravo je suorganizator dao svoj obol kod izbora teme panel diskusije: "Novi izazovi u industriji i trgovini tekstila, odjeće, kože, galanterije i obuće" čime je kvalitetno upotpunjeno težište savjetovanja na procesno mehaničke i odjevne tehnologije. Jedno od uvodnih izlaganja na skupu je „Svjetska i europska tekstilna industrija u raljama krize i globalizacije" - koje prezentira predstavnik Udruženja tekstilne industrije iz EU, a uvodna tema panela je: „Super i hipermarketi kao suvremeni kanali distribucije tekstila, kože, obuće i galanterije kao trend" čime se naglašava nužnost čvrste povezanosti tekstilne tehnologije i tekstilne proizvodnje s ekonomskim i trgovačkim aspektima suvremenog gospodarstva.

Sukladno redoslijedu izlaganja na savjetovanju, uz početno plenarno izlaganje o inventivnosti u odjevnim tehnologijama, te sedam tematskih pozvanih predavanja, u Zborniku je objavljeno i 46 kvalitetnih radova sa poster prezentacijama, a svi objavljeni radovi prošli su rigoroznu stručnu i znanstvenu recenziju. Razumijevajući značaj i potrebu regionalne suradnje, na savjetovanje su se odazvali brojni znanstvenici i stručnjaci iz regije čiji su radovi također objavljeni u ovom Zborniku, a poštujući gospodarsko usmjerenje savjetovanja, predstavljene su i male i srednje tvrtke s vlastitim rezultatima, proizvodima, brendovima i novim inicijativama. Naravno, na duge staze, niti ovo savjetovanje niti Zbornik nisu i ne mogu biti glavni oblici diseminacije znanja, već to moraju preuzeti obrazovne institucije, srednje tekstilne i tehničke škole i pogotovo Tekstilno tehnološki fakultet. Novi stručnjaci moraju biti ne samo osposobljeni znanjem za nesmetano i trenutno korištenje novih tehnologija, već i svjesni promjena koje informatičko komunikacijska revolucija donosi svima, a pogotovo pojedinim strukama kao što je tekstilna tehnologija. Stoga je nove naraštaje potrebno naoružati znanjima koja će im omogućiti da percipiraju te promjene i razumiju širinu događanja kako bi mogli odgovoriti zahtjevima društva i pružiti im potrebne usluge. Upravo takav pristup osigurava uspješnost i svrhovitost ovog savjetovanja kao i pratećeg mu Zbornika.

Predsjednik organizacijskog odbora



Prof. dr. sc. Budimir Mijović

Predsjednik znanstvenog odbora



Prof. dr. sc. Darko Ujević

Urednik



Prof. dr. sc. Željko Penava

Editors' word

On the eve of celebrating 50 years of Textile Studies at the University of Zagreb, and 20th anniversary of the Faculty of Textile Technology, University of Zagreb, we are honored to present you this Book of Proceedings on the occasion of the fifth jubilee anniversary of the Conference Textile Science and Economy. Since its first edition published in 2008 the Book of Proceedings Textile Science and Economy has placed high demands on authors inherent to university publications with the aim of contributing to scientific progress in the field of economic growth and development of textile economy, to stimulating graduate students to research work and academic writing, to promoting innovation, diversity, individuality and personality in thinking about the development problems of the textile economy of Croatia.

In an attempt that the quality of published papers should be recognized both in scientific as well as in professional circles, the editorial board together with the Organizing Committee engaged as much as possible in sending calls and encouraging acknowledged experts and scientists to participate in the Conference and with their papers published in this and previous books of proceedings. I am using this occasion to thank all the authors, reviewers and the editorial office of the Book of Proceedings and all other associates who contributed to the publication of the Book of Proceedings with their devoted and responsible work. Without any exaggeration we can say that this Book of Proceedings with its interdisciplinarity, the seriousness of theoretical analysis and a great deal of current data offers interested readers an interesting insight into the Croatian economy, textile science, and their economic and professional association in the context of internal development problems and challenges of globalization, promotion and all other activities contributed significantly to the number and quality of exhibitors and papers, and overall success of the Conference, and also confirmed the achievement of important objectives of the Conference - direct cooperation and professional connection of textile science with economy.

The co-organizer participated in choosing the theme of the panel discussion "New Challenges in the Industry and Trade of Textiles, Clothing, Leather Goods, Accessories and Footwear," complementing the thematic priority directed at process and mechanical and clothing technologies. One of the introductory presentations of the Conference is "The World and European Textile Industry in the Jaws of Crisis and Globalization" is presented by a representative of the Association of EUTextile Industry and the opening theme of the panel discussion is " Super and hypermarkets as modern channels of the distribution of textiles, leather, shoes and fancy goods as a trend", which highlights the need for a solid connection between textile technology and textile production with the economic and commercial aspects of contemporary economy.

In line with the order of presentations at the conference, including the initial plenary presentation on the inventiveness of Clothing Technology, and seven thematic papers, 46 high-quality papers with poster presentations are published in the Book of Proceedings, and all the published papers were reviewed in technical and scientific terms. Understanding the importance and necessity of regional cooperation, many scientists and experts from the region have decided to attend the Conference. Their papers are published in the Book of Proceedings, and respecting the economic orientation of the Conference, small and medium sized companies with their own results, products, brands and new initiatives are presented. Of course, in the long run, neither this Conference nor the Book of Proceedings cannot be the main forms of dissemination of knowledge, but this must be taken over by educational institutions, secondary schools and technical schools, and especially by the Faculty of Textile Technology. New professionals must be equipped not only with knowledge for smooth and immediate use of new technologies, but also they should be aware of changes in information technology and communication revolution brought to everyone, and especially to certain professions such as textile technology. Therefore, new generations need to be armed with knowledge that will enable them to perceive these changes and understand the scope of events in order to meet the demands of society and provide them with needed services. Precisely such an approach ensures efficiency and purposefulness of this Conference as well as the accompanying Book of Proceedings.

President of Organizing Committee



Prof. Budimir Mijović, PhD

President of Scientific Committee



Prof. Darko Ujević, PhD

Editor



Prof. Željko Penava, PhD

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Dekan Fakulteta: Dr. sc. Darko Ujević, red. prof.

Uvodna riječ dekana

OD IDEJE DO 5. JUBILARNOG TZG-a

Kada sam sa sobom raspravio ideju otprilike prije pet godina, imao sam na umu nekoliko značajnih momenata i koraka u razvoju i širenju TZG-a, s nakanom povezivanja znanosti i gospodarstva kao generalne ideje. U prilog mi je išla i činjenica da je povezivanje znanstveno-stručnog akademskog kadra s gospodarstvom temeljna odrednica Europske tehnološke platforme donesene 2004. godine.

Prvi korak se odnosio na upoznavanje ključnih suradnika, slijedio je sastanak Dekanskog kolegija te donošenja konačne Odluke na 5. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća održanoj 16. travnja 2007. godine, pod točkom dnevnog reda 31 koja glasi:

«Odluka i izvješće o konceptu i pripremama za znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilno-tehnološkog fakulteta "Tekstilna-znanost i gospodarstvo" (26. 01. 2008. u sklopu Dana Fakulteta.»

Drugi korak je bio upoznavanje gospodarstva s donesenom odlukom te izbor glavnih suradnika kako bi TZG bio najbolje oblikovan, učinkovit i prihvatljiv u sinergijskom djelovanju između znanosti, stručne javnosti i gospodarstva.

Što se dalje dogodilo sa TZG-om? Odgovor je jednostavan, iako je sinergija i zadaća bila i ostala daleko složenija.

U prilog nije uvijek išla situacija u hrvatskom gospodarstvu, kao ni činjenica da se tekstilna i odjevna poduzeća nalaze na trnovitom putu u poslovanju, godinu za godinom. Kao glavni uzrok takve situacije navode se mnoge okolnosti o kojima sam više puta govorio (privatizacija, nekontrolirani uvoz, kadrovi, izazovi modernih tehnologija, relokacija i slično). Upravo stoga naglašavam važnost TZG-a kao jedinog našeg skupa, tog jednog dana u godini kada se punim srcem trudimo spojiti tekstilna i odjevna poduzeća i njihov izvor znanja te Tekstilno-tehnološki fakultet, želeći im dati svu podršku, logistiku, savjete te otvoriti mnogobrojne mogućnosti suradnje s Fakultetom u cilju postizanja toliko puta spomenute konkurentnosti. Samo poduzeća koja implementiraju istraživanje i razvoj u svoje poslovanje čeka svjetlija budućnost. Upravo u tom segmentu ih naš fakultet očekuje raširenih ruku i uvijek spreman na suradnju.

TZG kao oblik povezivanja i međusobne razmjene važnih informacija kroz razne radove, okrugle stolove, upoznavanje s problematikom i organizacijom proizvodnje, marketingom, dizajnom i plasmanom odjeće i obuča na tržišta, mora i dalje davati odgovore na goruća pitanja te biti potpora u odlučivanju kako bi se tekstilna, odjevna i obučarska industrija održala i doživjela novi zamah kroz revitalizirane logističke i proizvodne strukture, klastere, projekte i međusobno povezivanje. Očigledan uspjeh ideje do jubilarnog petog TZG-a može se sagledati kroz činjenice da je u prosjeku publicirano 50-tak radova i postera po savjetovanju, što je s gledišta savjetovanja sinergijski usmjerenog od znanosti prema gospodarstvu i obratno vrlo dobar rezultat!

Pet održanih savjetovanja TZG-a, od ideje do jubileja, garancija su i nada za daljnji razvoj i mogućnosti razvoja. Zašto je tako? Mnogo je industrijskih subjekata sudjelovalo na savjetovanjima, pri čemu su se upoznali s mogućnostima koje ima i pruža TZG, kao i s njegovom, već možemo reći, prepoznatljivom kvalitetom.

TZG mora biti jedna od važnih odrednica i nezaobilaznih platformi za izradu nove strategije tekstilne, odjevne i obučarske industrije. Već i mnoge strane delegacije i strani znanstvenici te stručnjaci iz inozemstva daju zalag međunarodne suradnje upravo preko ovog skupa.

Kako? TTF je do sada polučio vrhunske europske rezultate. S ponosom ističem čak tri FP7 projekta (T-Pot, SMILES i MAPICC 3D), pet projekata Eureka (TEXTILWET, FACTORY SUNPROTEX, BIOTEX, APTX i FLAMEBLEND) te dvadeset bilateralnih projekata (sa Slovenijom, Velikom Britanijom, Belgijom, Austrijom,

Srbijom i Mađarskom) i jedan trilateralan projekt (sa Slovenijom i Belgijom). Posebno vrijedna su dva HIT projekta, STIRP HAS i strateški jako bitno, čak 16 domaćih znanstveno-istraživačkih projekata. Tu su i mnoge značajne knjige i udžbenici te monografija objavljena povodom 50 godina tekstilnog studija na Sveučilištu u Zagrebu i 20 godina Tekstilno-tehnološkog fakulteta, s nizom značajnih podataka i pokazatelja. Dakle, znanje je „na dlanu“ - treba ga uzeti. Čovjek - pojedinac, stručnjak, inženjer, poslovođa, predradnik, kontrolor - trebaju učiti dok su živi. TTF nudi obilje znanja i umijeća.

U narednom ciklusu TZG treba težiti još većoj afirmaciji, dok TTF treba preuzeti još jaču ulogu u odlučivanju, strategiji i restrukturiranju tekstilne, odjevne i obućarske industrije Republike Hrvatske.

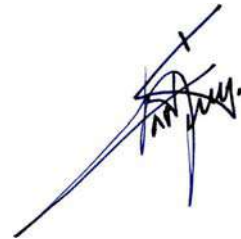
I, na kraju, ni jedna ideja nije se ukorijenila bez više bitnih čimbenika kao što su povjerenje, značaj, resursi i dobra atmosfera, a napose suradnici. Stoga ću se na samom kraju, na ovom mjestu i na kraju jubilarnog TZG-a, zahvaliti kolegama koji su me slijedili te unaprijed svima koji će me slijediti u ovoj mojoj ideji. Oni su dali svoj veliki doprinos i njihova imena i podrške trajno su pohranjeni u mom srcu.

Također, s ponosom zahvaljujem svojim brojnim i jedinstvenim suradnicima i prijateljima iz industrije.

S veseljem i radošću,

Zagreb, 26. siječnja 2012.

Dekan:



Dr. sc. Darko Ujević, red. prof.

Prof. dr. sc. Darko Ujević University of Zagreb, Faculty of Textile Technology
Dean: Darko Ujević, Ph.D., Full Prof.

Dean's introductory word

FROM THE IDEA TO THE 5th JUBILEE ANNIVERSARY OF TEXTILE SCIENCE AND ECONOMY

After I had discussed with myself the idea about five years ago, I had in mind a few significant views and steps regarding the development and expansion of Textile Science and Economy with the intention of connecting science and industry as a general idea. This was supported by the fact that the connection of the scientific and professional academic personnel with economy was the guideline of the European technological platform adopted in 2004.

The first step included becoming acquainted with the nearest associates. Afterwards the Dean's Board met, and the final decision was made at the 5th regular session of the Faculty Council held on April 16, 2007 under agenda item 31:

"Decision and report on the concept and preparations for the Scientific and Professional Conference of the Faculty of Textile Technology "Textile Science and Economy" (January 26, 2008 within the framework of Faculty Days).

The second step was the familiarization of the economy with the decision made and the appointment of the main associates so that Textile Science and Economy would provide efficient and acceptable synergy results between science, professional public and economy.

What happened next to Textile Science and Economy? The answer is simple although the synergy and task were far more complex.

This was not always supported by the situation in the Croatian economy as well as by the fact that textile and clothing companies are on the thorny path doing their business year by year. As the main cause of this situation several circumstances are mentioned about which I have repeatedly talked (privatization, uncontrolled imports, human resources, challenges of modern technologies, relocation, etc.). That is why I am always emphasizing the importance of Textile Science and Economy as the only conference of the year when to connect textile and clothing companies with the Faculty of Textile Technology as their source of knowledge, wanting to give them full support, logistics, advice and to open up numerous possibilities of cooperation with the Faculty in order to achieve the mentioned competitiveness. A brighter future awaits only companies that implement research and development in their business. In this segment our Faculty waits for them with open arms and is always willing to cooperate.

Textile Science and Economy as a form of connection and exchange of relevant information by means of various papers, panel discussions, becoming familiarized with problems and production organization, marketing, design and sales of clothing and footwear on the market must continue to provide answers to burning questions and be an aid in deciding how the textile, clothing and footwear industries will be preserved and experience a new impetus through revitalized logistics and production structures, clusters, projects and interconnections. The obvious success of the idea up to the fifth jubilee anniversary of Textile Science and Economy can be seen through the fact that an average of about 50 papers and posters were published per conference, which is, from the viewpoint of the conference synergically oriented from science to economy and vice versa, a very good result.

The five organized conferences of Textile Science and Economy, from the idea to the jubilee, are a guarantee and hope for the further development and development potential. Why is it so? Many industrial companies participated in conferences, where they met with the possibilities provided by Textile Science and Economy, as well as with its distinctive quality.

Textile Science and Economy must be one of the most important determinants and unavoidable platforms to create a new strategy for the textile, garment and footwear industry. Already many foreign delegations and foreign scientists and experts from abroad give a pledge of international cooperation through this conference.

How? The Faculty of Textile Technology has produced top European results. I am proud to point out three FP7 projects (T-Pot, SMILES and MAPICC 3D), five Eureka projects (TEXTILWET, FACTORY SUNPROTEX, Biotex, APTEX and FLAMEBLEND) and twenty bilateral projects (Slovenia, UK, Belgium, Austria, Serbia and Hungary) and a trilateral project (with Slovenia and Belgium). Especially valuable are two HIT projects, STIRP HAS and strategically very important, as many as 16 local research projects. There are also many significant books and textbooks and the monograph published on the occasion of the 50th anniversary of the textile studies at the University of Zagreb and 20 years of the Faculty of Textile Technology, with a number of relevant data and indicators. Thus, knowledge is "in the palm" - it should be taken. A man - an individual, professional, engineer, manager, foreman, supervisor - should learn as long as they are alive. The Faculty offers a wealth of knowledge and skills.

In the next period of time Textile Science and Economy should tend to even greater recognition, while the Faculty of Textile Technology should play a stronger role in decision making, strategy and restructuring of the textile, garment and footwear industry of the Republic of Croatia.


And, finally, no idea has taken roots without several important factors such as confidence, significance, resources and good atmosphere, but especially the associates. Therefore, finally, at this place and at the end of the jubilee Textile Science and Economy I will thank the colleagues who have followed me, and in advance to all who will follow me in this idea of mine. They have made a major contribution and their names and support are permanently stored in my heart.

Also, I proudly thank all my numerous and unique associates and friends from the industry.

With joy and gladness,

Zagreb, January 26, 2012

Dean:



Prof. Darko Ujević, PhD



SADRŽAJ

CONTENTS

PLENARNO PREDAVANJE / PLENARY LECTURE

Dubravko ROGALE Inventivnost u odjevnoj industriji Inventiveness in Clothing Industry.....	3
--------------------------------------------------------------------------------------------------	---

POZVANA PREDAVANJA / INVITED LECTURS

Cédric COCHRANE; Ludivine MEUNIER; Fern M KELLY & Vladan KONCAR Fleksibilne naprave za pokazivanje za pametnu odjeću - elektrokromni pokazivači Flexible Displays For Smart Clothing - Electrochromic Displays.....	17
Slavenka PETRAK & Maja MAHNIĆ Implementacija suvremenih računalnih sustava u procesima industrijskog dizajna i konstrukcije odjeće Implementation of Modern Computer Systems in The Processes of Industrial Design and Garment Construction	25
Zenun SKENDERI & Zlatko VRLJIČAK Novosti na području predenja, netkanog tekstila i pletenja Novelties in The Field of Spinning, Nonwovens and Knitting	37
Stana KOVAČEVIĆ & Željko PENAVALA Novosti u području tkanja Novelties in Weaving	47
Daniel PANTALER; Darko MIHALINA & Ivan VINCELJ Kvaliteta – centralna tema u Boxmark Leather d.o.o. Quality – Central Focus on Boxmark Leather Ltd.	59
Ines KATIĆ KRIŽMANČIĆ Dobri primjer iz prakse, klaster KLG grupa A Good Practice Example, Klaster KLG Grupa.....	63
Darko UJEVIĆ; Zenun SKENDERI; Budimir MIJOVIĆ & Edita VUJASINOVIĆ Novi laboratoriji i oprema na Tekstilno-tehnološkom fakultetu The New Laboratories and Equipment of The Faculty of Textile Technology.....	69

SEKCIJE / SECTIONS

A: VLAKNA I MATERIJALI / FIBERS & MATERIALS

Maja ANDRASSY; Ružica ŠURINA & Ana TOMAŠEVIĆ Degumiranje svile u različitim uvjetima Degummed of Silk Fibers Under Variable Conditions	79
Ivana GUDLIN SCHWARZ; Maja ANDRASSY; Stana KOVAČEVIĆ & Ivana KOS Materijali i tehnologija čarapa 21. stoljeća Materials and Technology For Socks of 21 st Century.....	83

B: MEHANIČKE TEHNOLOGIJE / MECHANICAL TECHNOLOGIES

Vojislav GLIGORIJEVIĆ; Jovan STEPANOVIĆ; Vasilije PETROVIĆ & Petar STOJANOVIĆ Utjecaj brzine i gustoće pletenja na silu povlačenja i strukturalne elemente osnovinih pletiva Influence of Speed and Knitting Density on Hauling Force and Structural Elements of Warp Knits	89
Željko KNEZIĆ; Stana KOVAČEVIĆ & Ana SARAF Prilog očuvanju tradicije ručnog tkanja u dijelu Sisačko-moslavačke županije A Contribution to The Preservation of Hand Weaving in Part of The Sisak-Moslavina County	95
Dragana KOPITAR; Zenun SKENDERI; Anđelko ŠVALJEK & Valerija BARTOLIĆ Svojstva i karakteristike netkanog tekstila u industriji namještaja Properties and Characteristics of Nonwoven Textile For Furniture Industry	99
Katarina KRSTOVIĆ; Maja MILENKOVIĆ & Zlatko VRLJIČAK Osnovina tehnička pletiva Technical Warp Knitted Fabrics	103
Željko PENAVALA; Ana JAZVO & Stana KOVAČEVIĆ Utjecaj gustoće i vezova tkanine na propusnost svjetlosti i zraka Effect of Fabric Density and Weaves on The Permeability of Light and Air	107
Vesna Marija POTOČIĆ MATKOVIĆ; Ivana SALOPEK ČUBRIĆ; Zenun SKENDERI & Budimir MIJOVIĆ Distribucija otpora prolazu topline po segmentima čarape Distribution of Heat Transfer Through Socks Segments	113

C: OPLEMENJIVANJE / FINISHING

Sandra BISCHOF VUKUŠIĆ; Tanja PUŠIĆ; Eva MAGOVAC; Irena PETRINIĆ; Thomas LUXBACHER & Josip ARAČIĆ Funkcionalnost dimenzijski stabiliziranog vunenog pletiva The Functionality of Dimensionally Stabilised Wool Knitware	119
Dragan DJORDJEVIĆ; Nebojša RISTIĆ; Miodrag SMELCEROVIĆ & Ivanka RISTIĆ Adsorpcijski izotermni modeli za odstranjivanje metalkompleksnog bojila pomoću ložišnog pepela Adsorption Isotherm Models For Metal-Complex Dye Removal By Bottom Waste Ashes	123
Dragan DJORDJEVIĆ; Aleksandar TRAJKOVIĆ; Biljana STAKOVIĆ & Miodrag SMELCEROVIĆ Jeftino odstranjivanje metalkompleksnog bojila iz vodene otopine pomoću ložišnog pepela Low Cost Removal of Metal-Complex Dye From Aqueous Solution Using Bottom Ash	127
Ana Marija GRANCARIĆ; Mehdi EL BOUCHTI; Omar CHERKAOUI; Hassan HANNACHE & Lea BOTTERI Pređa poliamida 6.6 funkcionalizirana n-aliliminodiocetnom kiselinom Polyamide 6.6 Yarns Functionalized With N-Allyliminodiacetic Acid	131
Zvonimir KATANČIĆ; Zlata HRNJAK-MURGIĆ; Anita PTIČEK SIROČIĆ Ljerka KRATOFIL KREHULA & Jasenka JELENČIĆ Utjecaj dispergiraniosti punila na toplinska svojstva hips/eva polimernih kompozita Effect of Fillers Dispersion on Thermal Properties of Hips/Eva Polymer Composites	135
Đurđica PARAC-OSTERMAN; Vedran ĐURAŠEVIĆ & Ana SUTLOVIĆ Analiza purpurnih boja dobivenih iz školjaka s jadranske obale Analysis of Purple Dyes Extracted From Adriatic Sea Shells	139

Tanja PUŠIĆ; Sabina FIJAN; Marko KAROLY; Sonja ŠOSTAR-TURK & Ivo SOLJAČIĆ Učinkovitost suvremenih bjelila u pranju The Washing Performance of Novel Bleaching Agents	143
Nebojša RISTIĆ; Dragan DJORDJEVIĆ; Ivanka RISTIĆ & Suzana DJORDJEVIĆ Jednokupeljno bojadisanje mješavine poliestera i pamuka reaktivnim bojilom nakon obrade alkalijama i hitosanom One-Bath Dyeing of Pet/Cotton Blend With Reactive Dye After Alkali and Chitosan Treatment.....	149
Branka VOJNOVIĆ; Karmen MARGETA; Mario ŠILJEG; Štefica CERJAN-STEFANOVIĆ & Ljerka BOKIĆ Primjena prirodnih zeolita u zaštiti okoliša Application of Natural Zeolites in Environment Protection	153

D: ODJEVNA I OBUČARSKA TEHNOLOGIJA / CLOTHING AND FOOTWEAR TECHNOLOGY

Bajro BOLIĆ; Darko UJEVIĆ & Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ Utjecaj vrste pletenih materijala na horizontalne i vertikalne sile pritisne nožice tijekom šivanja Impact of Knitted Fabrics on Horizontal and Vertical Forces of The Presser Foot During Sewing.....	159
Anica HURSA ŠAJATOVIĆ; Daniela ZAVEC PAVLINIĆ; Zvonko DRAGČEVIĆ Zvonko OREHOVEC & Tatjana BELINIĆ Osobna zaštitna odjeća između zahtjeva normi i uporabe Personal Protective Clothing Between The Standards and Criteria of Use	165
Snježana KIRIN & Zvonko DRAGČEVIĆ Prilog istraživanju opterećenja radnica u tehnološkom procesu šivanja A Contribution to Workers Load in The Technological Sewing Process	171
Goran MAJSTOROVIĆ & Darko Ujević Važnost odjevnih veličina pri odabiru odjeće Importance of Wearing Size in Choosing Clothes	175
Dubravko ROGALE; Snježana FIRŠT ROGALE & Martina BOBOVČAN Određivanje optimalnih parametara spajanja termoplastičnih folija ultrazvučnom tehnikom Determination of Optimum Parameters For Welding Thermoplastic Foils Using Ultrasonic Technique.....	181
Bosiljka ŠARAVANJA; Snježana BRNADA & Stana KOVAČEVIĆ Denim tkanine nekad i danas Denim Fabrics Then and Now	185
Darko UJEVIĆ; Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ & Irena TOPIĆ Problematika elastičnih šavova i njihov utjecaj na dizajn odjeće Problems of Elastic Seams and Their Influence on The Design of Clothing.....	189
Darko UJEVIĆ; Žaklina DOMJANIĆ & Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ Ispitivanje probodne sile pletiva Investigation of Penetration Forces on Knitted Garment.....	193

E: ISPITIVANJE TEKSTILIJA / TEXTILE TESTING

Dragica KANTOCI & Antoneta TOMLJENOVIĆ Uporabna trajnost tkanina za radnu odjeću Usage Durability of Workwear Fabrics	201
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Budimir MIJOVIĆ; Jelena HAČKO; Emilija ZDRAVEVA; Sandra BISCHOF VUKUŠIĆ; Antoneta TOMLJENOVIĆ & Natalija PEJNOVIĆ Utjecaj ionske soli na svojstva elektroispređenog poliuretana Ionic Salt Influence on The Properties of Electrospun Polyurethane	207
Budimir MIJOVIĆ; Adriana ŠTIMAC; Emilija ZDRAVEVA & Natalija PEJNOVIĆ Utjecaj infracrvenog zračenja na zadržavanju tjelesne topline Infrared Radiation Influence on Body Heat Retention	211
Dubravko ROGALE; Ivana ŠPELIĆ; Snježana FIRŠT ROGALE & Goran MAJSTOROVIĆ Utvrđivanje toplinskog otpora pa i pes tekstilnih tvorevina u ovisnosti o broju i kombinaciji slojeva Determination of Thermal Resistance of Pa and Pes Fabrics in Relationship With Their Number and Layer Combination.....	215
Ivana SALOPEK ČUBRIĆ; Budimir MIJOVIĆ & Zenun SKENDERI Evaluacija parametara toplinske udobnosti pomoću modela noge Thermal Comfort Evaluation By Means of Foot Model.....	221
Tatjana ŠARAC; Vasilije PETROVIĆ; Jovan STEPANOVIĆ & Dušan TRAJKOVIĆ Subjektivna i objektivna procjena drapiranja tkanina Subjective and Objective Evaluation of Fabric Drape	225

F: DIZAJN I MARKETING / DESIGN AND MARKETING

Milan GAŠOVIĆ & Marija BRDARIĆ Integracija marketing strategije i strategije dizajna kao pretpostavka uspješnosti modnih kompanija na tržištu Integration of Marketing and Design Strategy as An Assumption For The Success of Fashion Companies on The Market	231
Ante GAVRANOVIĆ Što očekuje tekstilnu industriju ulaskom u EU? Expectations in The Textile Industry After Entry Into The EU?	235
Alica GRILEC KAURIĆ; Ratko ZELENKA; Darko UJEVIĆ; Miroslav TRATNIK & Vesna CVITANOVIĆ Ekonomska ocjena stanja tekstilne i odjevne industrije u Republici Hrvatskoj Economic Evaluation of The Current Situation in Croatian Textile and Clothing Industry	241
Željko KNEZIĆ; Željko PENAVALA & Miroslav TRATNIK Utjecaj plana proizvodnje i aktivnosti poslužitelja tkalačkih strojeva na produktivnost Impact of The Production Plan and The Activities of The Weaving Machine Operator on Productivity	245
Mario LEŠINA; Darko UJEVIĆ; Jadranka AKALOVIĆ & Alica GRILEC KAURIĆ Buduće smjernice razvoja hrvatske obućarske industrije Further Development Directions of Croatian Footwear Industry	251
Željko PENAVALA; Ivan NOVAK & Bosiljka ŠARAVANJA Vezani pokazatelji državnih potpora održanja gospodarske aktivnosti tekstilne industrije RH Related Indicators of State Support for Conservation of Textile Industry Economic Activity in Croatia	257
Vasilije PETROVIĆ; Jovan STEPANOVIĆ; Vasilije KOVAČEV; Marija SAVIĆ & Mirjana RELJIĆ Analiza mogućnosti za razvoj klastera odjevne industrije Analysis of Opportunities For Development of Clothing Industry Cluster	261
Bosiljka ŠARAVANJA; Tonći LAZIBAT & Darko UJEVIĆ Istraživanje terminskog trgovanja u funkciji razvoja tekstilne i odjevne industrije u RH Investigation of Futures Trading in The Function of The Development of The Textile and Clothing Industry in Croatia.....	265

Ivana ŠPELIĆ; Martina BOBOVČAN; Tonći LAZIBAT & Darko UJEVIĆ Terminsko trgovanje tekstilom s posebnim osvrtom na burze Futures Market of Textiles With Special Reference to Stock Exchanges	269
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Darko UJEVIĆ; Alica GRILEC KAURIĆ & Vesna CVITANOVIĆ Odabrane specifičnosti marketinškog miksa u proizvodnji tekstilnih i odjevnih proizvoda Selected Specifics of Marketing Mix in The Manufacture of Textile and Clothing Products	275
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

G: OSTALE TEME / OTHER TOPICS

Ana Marija GRANCARIĆ; Darko UJEVIĆ & Budimir MIJOVIĆ MAPICC 3D - Kontinuirana proizvodnja u velikim količinama 3D poboljšanih panela i sredstava za skrućivanje laganih termoplastičnih tekstilnih kompozitnih struktura MAPICC 3D - One-Shot Manufacturing on Large Scale of 3D up Graded Panels and Stiffeners for Lightweight Thermoplastic Textile Composite Structures	281
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Isak KARABEGOVIĆ; Edina KARABEGOVIĆ & Ermin HUSAK Aplikacija robotske tehnologije u tekstilnoj i odjevnoj industriji Application of Robotic Technology in The Textile and Clothing Industry	285
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Gojko NIKOLIĆ & Darko UJEVIĆ Čimbenici koji utječu na uspješnost znanstvenika kao nastavnika Factors Affecting The Successful Scientist as a Teacher	291
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Gordana PAVLOVIĆ & Vesna HAJSAN-DOLINAR Neki ekološki aspekti nanotehnologije Some Ecological Aspects of Nanotechnology	297
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Željko PENAVALA; Maja MILENKOVIĆ & Željko KNEZIĆ Povezivanje i spajanje elektronike u e-tekstilu Linking and Connecting Electronics in E-Textile	301
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

ADRESE AUTORA / AUTHORS ADDRESSES	309
------------------------------------------------	------------

INDEKS AUTORA / INDEX OF AUTHORS	321
-----------------------------------------------	------------

POPIS SPONZORA / LIST OF SPONSORS	325
------------------------------------------------	------------





PLENARNO PREDAVANJE

PLENARY LECTURE

INVENTIVNOST U ODJEVNOJ INDUSTRIJI

INVENTIVENESS IN CLOTHING INDUSTRY

Dubravko ROGALE

Sažetak: U ovom radu načinjen je prikaz značaja inventivnosti u hrvatskoj odjevnoj industriji koja može pridonijeti oporavku i daljnjem razvoju ove važne industrijske grane. Opisane su osnovne značajke inventivnosti, izuma, patenta, licence, Know-How-a i ostalih oblika intelektualnog vlasništva važnog za odjevnu industriju. Nadalje je opisan značaj ljudskog kapitala u poduzećima odjevnice industrije u razvoju i primjeni inventivnosti. U završnom dijelu rada prikazani su primjeri mogućnosti razvitka inventivnih elemenata u znanstveno-obrazovnim institucijama i primjena inovacija u hrvatskoj odjevnoj industriji te njihova primjerena zaštita pri Državnom zavodu za intelektualno vlasništvo Republike Hrvatske.

Abstract: This work was made in view the importance of inventiveness in Croatian clothing industry, which may contribute to recovery and further development of this important industry. It describes the basic features of invention, inventions, patents, licenses, Know-How and other forms of intellectual property important for the clothing industry. Further was described the importance of human capital in the apparel industry in the development and application of invention. In the final part of the paper presents examples of the possibilities of developing innovative elements in the scientific and educational institutions and application of innovations in Croatia garment industry and innovations in the Croatia garment industry and their adequate protection of the State Intellectual Property Office of the Republic of Croatia.

Ključne riječi: Inovativnost, invencije, odjevna industrija

Keywords: Inventiveness, invention, garment industry

1. Uvod

Sagledavajući i analizirajući sadašnje stanje hrvatske odjevne industrije i njezin značaj za državu kao jedne od rjeđih gospodarskih grana koja zapošljava razmjerno puno radne snage, poglavito žena, a uz vrsno obrazovane traži i veći broj slabije obrazovanih koji se i inače teže zapošljavaju, grane koja je izvozno orijentirana, ekološki vrlo prihvatljiva i s mogućnošću disperzirane proizvodnje u manjim urbanim sredinama, onda je potpuno razvidno da je njezin značaj ogroman te je stoga važno poraditi na poboljšanju sadašnjeg lošeg stanja odjevne industrije.

Jačanje, daljnji razvitak i povećanje hrvatske odjevne industrije moguće je uz ostvarenje dvije pretpostavke: stvaranje povoljnijeg ekonomskog i poslovnog okruženja što je u domeni državne politike, kao i razvitak tehničko-tehnološke inovativnosti svih segmenata djelovanja u odjevnoj industriji što je pak u domeni znanosti i visokog školstva u zajedničkom djelovanju s tehnički obrazovanim rukovodnim strukturama unutar pojedinih poduzeća odjevne industrije.

Razmatrajući posljednja dva desetljeća djelovanja hrvatske odjevne industrije moguće je uočiti trend kontinuiranog pada broja zaposlenika u toj važnoj industrijskoj grani, kao i velik broj nekad uglednih poduzeća koja su se ugasila u spomenutom razdoblju. Razlozi propadanja hrvatske odjevne industrije, slično kao i odjevnih industrija mnogih tranzicijskih zemalja koje su prošle slična ekonomska stanja, dosad su dobro analizirani i poznati. Stoga se kao jedan od dva spomenuta bitna čimbenika oporavka može smatrati uspostava povoljnijeg poslovnog okruženja, što primarno pripada u sferu ekonomske politike pojedine zemlje i u ovom radu se neće analizirati.

Međutim, unatoč razmjerno lošem ekonomskom i političkom okruženju u kojem se našla hrvatska odjevna industrija, moguće je zamijetiti da su u posljednja dva desetljeća, u izrazito lošem poslovnom okruženju, opstala, pa čak i nastala nova poduzeća koja dobro posluju i bilježe stanoviti razvitak. Kada se detaljnije analiziraju načela na kojima su spomenuta poduzeća temeljila svoj opstanak i razvitak, moguće je zamijetiti da se uočena pojava može ponajprije pripisati različitim i razgrananim oblicima i načinima inventivnosti rukovodnih struktura, tehnologa i tehnički obrazovanih zaposlenika tih poduzeća. Nadahnjujuće je da je inventivnošću bilo moguće opstati i razvijati se unatoč nepoticajnom okruženju, početnom nedostatku državnih razvojnih strategija, prekasno donesenim i k tome pogrešnim strategijama razvitka te krajnje pogrešnoj ekonomskoj politici zemlje u kojoj se poticao uvoz i zaduživanje, a zatirala i opterećivala domaća industrijska proizvodnja proglašavajući ju zastarjelom i nepotrebnom, što je naposljetku dovelo do

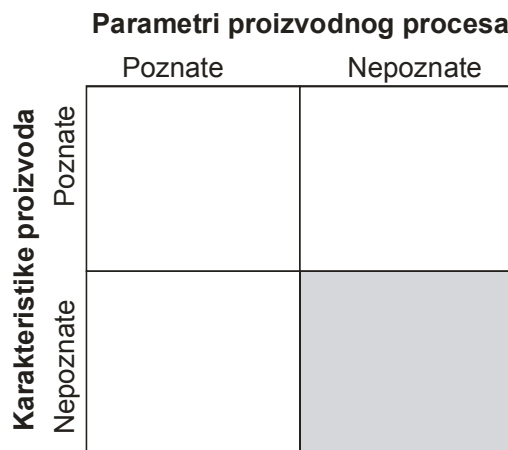
posvemašnje nezaposlenosti radno aktivne populacije i gotovo do gospodarskog sloma.

Ekonomski stručnjaci dobro znaju i stalno ističu da u uvjetima žestoke konkurencije i zasićenog tržišta, kao što je tržište odjeće, one tvrtke koje općenito ne inoviraju zapadaju u fazu stagnacije, a stagnacija je uvod u odumiranje i nestanak s tržišta. Oni inovacijom smatraju svaki zahvat kojim se smanjuju troškovi proizvodnje i administracije, povećava produktivnost ili iskorištenje opreme i radnog vremena, poboljšava kvaliteta proizvoda ili usluga, povećava sigurnost proizvodnje, smanjuje otpad, unaprjeđuje plasman i dr., odnosno svaka mjera koja vodi porastu konkurentnosti. Za njih je važna uloga inovacija u poduzetništvu, pa se poduzetništvo definira kao trajno nastojanje da se traženjem inovacija i njihovom komercijalizacijom ostvari profit.

Sukladno ekonomskim definicijama, inovacije u širem smislu riječi obuhvaćaju organizacijske, poslovne, administrativne i druge vrste inovacija, od sitnih korisnih ideja do krupnih zahvata reorganizacije ili izmjena poslovne politike. Dobro je poznato da su hrvatski menadžeri koji rade u odjevnoj industriji vješto i dobro iskoristili sve spomenute vidove inovacija još u ranim devedesetim prošlog stoljeća i da u hrvatskoj odjevnoj industriji više nema nekih većih mogućnosti s aspekta spomenutih poslovnih inovacija već je potrebno okrenuti se tehničko-tehnološkim inovacijama.

Posebna vrsta inovacija, dosad u nas vrlo slabo iskorištenih, su tehničko-tehnološke inovacije, koje se mogu kretati od kategorije ponekog korisnog prijedloga, preko različitih tehničko-tehnoloških unapređenja do samih izuma, koji svom vlasniku mogu osigurati i temeljnu konkurentsku prednost, tj. proizvodni monopol.

Na sl.1 prikazan je tzv. kvadrant potencijala inovativnosti. Najveći inovativni potencijal imaju novi proizvodi nepoznatih karakteristika i novi, još nepoznati, proizvodni procesi, što obilježuje sivi kvadrant. Ostali kvadranti imaju manji potencijal, ali to ne znači da su bitno manje značajni [1].



Slika 1: Inovativni kvadrant potencijala

Poznato je da se u razvijenim i smislenim gospodarstvima, inovacijama, inovatorima i izumiteljima posvećuje istaknuta i posebna pažnja, a inventivnost kao proizvodna djelatnost visoko kotira na ljestvici sustava vrijednosti. Najvrjednijim resursom tvrtki ne smatraju se samo materijalna dobra poput zgrada, strojeva, pogona ili kapitala (što je u nas čest slučaj), nego znanje, iskustvo, inventivnost i proizvodna kultura sadržana u znanju i kvalitetnom kadru. Upravo zato je u ovom članku potenciran značaj tehničko-tehnološke inventivnosti za opstanak i razvoj hrvatske odjevne industrije.

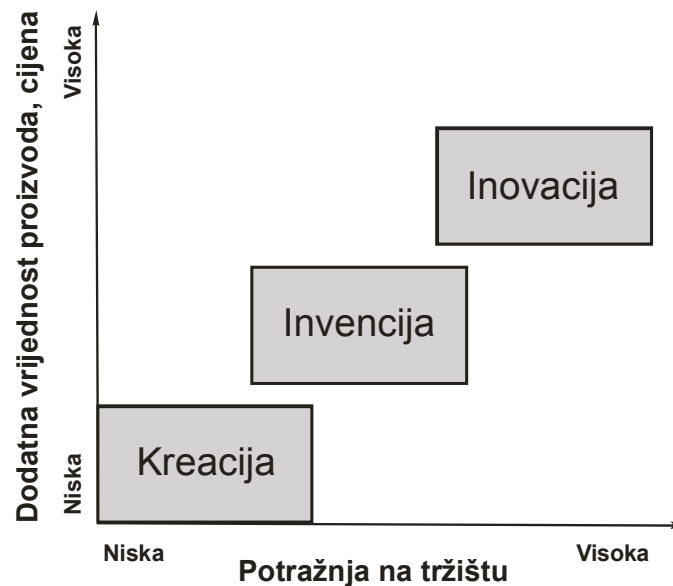
2. Inventivnost

Inventivnost se može opisati kao ljudska domišljatost, sposobnost iznalaženja rješenja ili jednostavno kao izumiteljski dar. Plod inventivnosti je inovacija koja se ogleda kao primjena nove i poboljšane ideje, proizvodnog postupka, proizvoda, usluge, tehnološkog procesa koja donosi poboljšane ili nove proizvode, ekonomske koristi, racionalizacije ili kvalitetu u primjeni. Inovacije u širem smislu donose poboljšanja u području [2]:

- likovnog i tehničkog dizajna ili konstrukcije proizvoda,
- inovacija procesa (tehnološke inovacije),
- organizacije rada ili poslovanja,
- marketinga

- inovacije usluga

Na sl. 2 prikazan je odnos ljudskih kreacija, invencija i inovacija spram novo dodane vrijednosti proizvoda, odnosno cijene proizvoda spram razine potražnje na tržištu zbog ugrađene inventivnosti. Najvišu dodanu vrijednost, cijenu i potražnju na tržištu postižu inovacije.



Slika 2: Odnos između kreacije, invencije i inovacije spram postignute dodane vrijednosti proizvoda i njegove potražnje na tržištu

Inovacije u užem smislu obuhvaćaju intelektualno vlasništvo koje (bez obzira što je nematerijalno, ono ima svojeg vlasnika, cijenu i prava, kao i bilo koje drugo vlasništvo), sadrži više sljedećih kategorija opisanih u narednim točkama.

2.1 Izum

Izumi se, kao inovacije, uvijek oslanjaju na postojeće stanje tehnike. Jedino se izumi koji su doprinijeli industrijskoj revoluciji poput npr. predilica, tkalačkih i šivaćih strojeva, parnog stroja, motora s unutarnjim izgaranjem, višefaznih izmjeničnih struja, asinkronog elektromotora, elektronskih cijevi, poluvodičkih elemenata i sklopova, mogu nazvati epohalnim jer se nisu mogli pozivati na poznato postojeće stanje, a uslijed toga bili su uzrokom skokovitog uzleta tehnološkog razvoja određenog razdoblja.

Ukoliko se izostave poznati važni epohalni izumi, koji su bili preduvjet svekolike industrijske, pa i skore informatičke revolucije, u tehnološkom razvoju čovječanstva, skoro sve tehnološke inovacije, pa i izumi čiji su opisi dohvatljivi pri internetskom pretraživanju baza podataka, nude samo neznatna poboljšanja postojećeg stanja tehnike. No, i takvi su izumi od izuzetnog značaja u uvjetima današnje konkurencije na svjetskom tržištu i mogu značiti ne samo preživljavanje, već i razvoj u svjetskim okvirima.

2.2 Patent

Izum se pravno štiti patentom koga treba zatražiti patentnom prijavom sa zahtijevanom dokumentacijom pri Državnom zavodu za zaštitu intelektualnog vlasništva, a po potrebi i pri međunarodnom patentnom uredu. Temeljna karakteristika patentiranog izuma je da je to jedini pravni okvir koji svom vlasniku daje pravo na monopol kroz višegodišnje vrijeme trajanja patentne zaštite. Patent osigurava vlasniku isključivo pravo na izradu, korištenje, stavljanje u promet ili prodaju izuma zaštićenog patentom, tijekom određenog vremena.

Da bi se na izum mogla ostvariti patentna prava, on mora:

- rješavati određeni tehnički problem
- biti nov, što znači da već prije nije bio patentiran i nije sadržan u postojećem stanju tehnike,
- imati inventivnu razinu, što znači da očito ne proizlazi iz postojećeg stanja tehnike i
- biti industrijski primjenjiv.

Patentnim zahtjevima se u patentu štite samo načela funkcioniranja izuma, pri čemu se način rješenja i funkcioniranje izuma potpuno otkrivaju.

Procedura dobivanja patenta može potrajati više godina, no prvenstvo autora i vlasnika patenta, kao i rok njegove važnosti, počinje danom prijave u patentnom uredu.

Patent važi samo na području države u kojoj je dobiven, ali se može zatražiti i zaštita u pojedinoj zemlji ili skupini država. Zanimljivo je da jednom prijavljeni patent tijekom objave u službenom glasniku ulazi u poznato stanje tehnike pa ga više nitko drugi ne može prijaviti i zaštititi ni u državama u kojima stvarni autor ili vlasnik nije tražio zaštitu. Patent je inače vrlo teško dobiti jer mu prethodi dugotrajna izrada dokumentacije, a potom i strogo svjetsko pretraživanje postojećeg stanja tehnike i ostvarene zaštite na određenom području, što može potrajati i vrlo je skupo.

No, ipak zaštita patentom predstavlja učinkovito poslovno sredstvo koje njegovim nositeljima (vlasnicima) omogućuje povrat sredstava uloženi u istraživanje i razvoj novih proizvoda i tehnologija, kroz monopol na upotrebu zaštićenog tehničkog rješenja tijekom trajanja patentne zaštite.

2.3 Licenca

Dok su patentom zaštićeni i određeni samo principi djelovanja i rada izuma, licenca u pravilu uključuje i konstrukcijsku, proizvodno-tehnološku i prateću dokumentaciju nužnu za cjelokupan proizvodni proces, što se definira ugovorom o licenciranju. Takav ugovor gotovo u pravilu zabranjuje primatelju licence samostalno raspolaganje i distribuciju zaprimljene dokumentacije, kao i davanje dokumentacije drugim osobama ili privrednim subjektima.

2.4 Know-How (znati kako)

Know-How je najcjelovitiji oblik prijenosa svih potrebnih znanja i iskustava za uspješnu proizvodnju, te uz kompletnu tehničku dokumentaciju sadrži i neobjavljena te nedokumentirana posebna znanja i iskustva, upute o tehnologiji izrade ili proizvodnje, kontrole, pakiranja i dr., a posebno neke nepoznate specifične postupke koji se inače smatraju proizvodnom tajnom. Često uključuje i zasebnu edukaciju osoblja primatelja Know-How-a.

2.5 Ostalo intelektualno vlasništvo

Uz patente, čiju definiciju, zaštitu, uporabu i promet reguliraju zakoni i propisi vezani uz sferu intelektualnog vlasništva, pravno se štiti i druge oblike intelektualnog vlasništva koji su zanimljivi odjevnoj industriji:

- Industrijski dizajn,
- Žig, logotip (verbalni žig - sadrži karakteristične riječi ili slogan, i figurativni žig - sadrži grafički oblikovan znak (logotip, grafički obrađen tekst). Služi za označavanje proizvoda i usluga, te
- Oznaka geografskog podrijetla - koristi se obično kada je lokacija proizvodnje u tijesnoj vezi s kvalitetom proizvoda koja se želi posebno istaknuti (npr. Hrvatski proizvod ili Izvorno hrvatsko).

Industrijskim dizajnom kao jednim od oblika intelektualnog vlasništva štite se prostorna ili plošna obilježja proizvoda, vidljiva pri njegovoj normalnoj (namjenskoj) uporabi. Zaštićeni industrijski dizajn osigurava vlasniku isključivo pravo na izradu, korištenje, stavljanje u promet ili prodaju proizvoda određenog dizajna.

Dizajn je ono što neki predmet čini privlačnim, dopadljivim ili poželjnim, te na taj način bitno pridonosi prodaji nekog proizvoda i povećanju njegove komercijalne vrijednosti pa zaštita industrijskog dizajna predstavlja učinkovito tržišno sredstvo kojim proizvođač može zaštititi vlastita ulaganja u razvoj i proizvodnju.

Ime, logotip, amblem, etiketu ili druga razlikovna obilježja proizvoda i/ili usluge moguće je zaštititi žigom. Žig individualizira proizvode i/ili usluge i naglašava posebnost nekog proizvoda i/ili usluge, odnosno omogućuje njihovo razlikovanje na tržištu od ostalih iste vrste. Žig je isključivo pravo na stavljanje u promet proizvoda i/ili usluga obilježenih nekim znakom, koji služi za razlikovanje proizvoda i/ili usluga jedne osobe od ostalih osoba u gospodarskom prometu. Zaštita žigom predstavlja učinkovito tržišno sredstvo kojim proizvođači i pružatelji usluga štite stečeni ugled i sredstva koja su uložili u promidžbu i marketing svojih proizvoda i/ili usluga.

Gotovo svi spomenuti oblici intelektualnog vlasništva nalaze se u području tehnike, odnosno u području

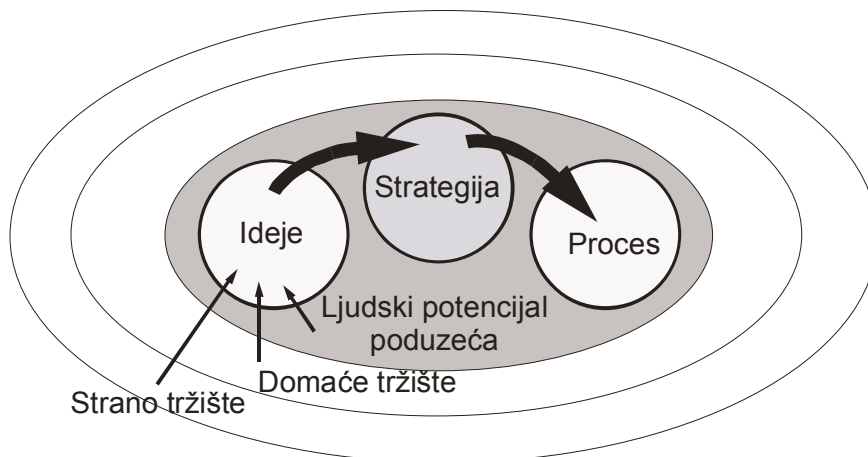
industrijskog načina proizvodnje odjeće. Jedino likovni dizajn nije čisto tehnička kategorija, ali da bi bio primjenjiv, nužno mora sadržavati elemente tehničke i tehnologijske izvedivosti jer se inače ne može materijalizirati. Stoga u tehnici i odjevnoj tehnologiji češće govorimo o industrijskom dizajnu. Tehnički usmjerenom intelektualno vlasništvo uobičajeno je zvati i industrijskim vlasništvom.

3. Ljudski kapital

Pri stvaranju inovacije potrebno je razmišljanje ljudi, za razmišljanje ljudi je potrebno stečeno znanje, a za stjecanje znanja treba puno učenja, osmišljavanja i eksperimentiranja. Stvaranje inovacije bez ljudi je nemoguće; stoga, s inovativnog aspekta, ljudi predstavljaju istinski i izuzetno važan ljudski kapital.

Inovacija je rezultat kreativnog procesa. Predstavlja primjenu nove i značajnije, poboljšane ideje, dobra, usluge ili procesa koja ima korisnu primjenu. Tako postoje: inovacije proizvoda, inovacije procesa, organizacijske inovacije, marketinške inovacije, inovacije poslovnog modela, i dr., a stvaratelji inovacije iznova su ljudi.

Na sl. 3 prikazan je put od ideje preko definiranih razvojnih strategija poduzeća do tehnološkog procesa proizvodnje, ostvaren u okruženju ljudskog potencijala nekog poduzeća. Glavnina ideja prikuplja se od kreativnih ljudi zaposlenih u poduzeću, ali i s područja domaćih i stranih tržišta. Ljudski potencijal poduzeća ideje oblikuje, uspoređuje ih sa strateškim odrednicama poduzeća te ih prosljeđuje u proizvodni proces kao inovacije.



Slika 3: Kreiranje inovacije od početne ideje do primjene

Pojedini stručnjaci proširuju definiciju ljudskog kapitala te osim znanja, iskustva i vještina koje se najčešće traže pri zapošljavanju, pridodaju i druge, vrlo važne karakteristike koje dodatno, vrlo točno određuju svaku osobu kroz dodatne individualne karakteristike kao što su: inovativnost, kreativnost, kritičko promišljanje, motivacija, marljivost, samoinicijativnost, sposobnost rješavanja problema, životni stavovi, odgovornost, upornost, uspješnost u komunikaciji, samostalno učenje, fleksibilnost i adaptibilnost, tj. sposobnost djelovanja u različitim situacijama.

Svi ovi elementi međusobno su povezani i zajednički doprinose uspjehu i potencijalu ljudskog kapitala, a valja dodatno istaknuti da su motivacija i stav jedni od najbitnijih čimbenika na putu prema uspjehu te da bez njih svi drugi čimbenici ostaju zatumljeni i ne dolaze do izražaja. Kvalitetan ljudski kapital zna postavljati prave ciljeve u pravo vrijeme, odnosno pravodobno i smisleno prihvaćati i primjenjivati nove spoznaje u svakodnevnoj praksi, te ih kroz proces kreativnosti pretvarati u nove koncepte: dosad opisanu inovaciju, ali i druge metode unapređenja rada i proizvoda u odjevnoj industriji, poglavito imitaciju, adaptaciju i materijalizaciju.

Imitacija predstavlja oponašanje drugih proizvođača i jedan je od efikasnijih načina usvajanja različitih znanja, a odvija se uglavnom na osnovi opažajnih spoznaja i tehničkih rješenja drugih, te ponavljanjem istih aktivnosti. Mnoge države su u svom gospodarskom usponu pri razvitku raznih industrijskih grana koristile proces imitacije koji je dozvoljen i legalan sve dok nije u sukobu s pravima intelektualnog, odnosno industrijskog vlasništva, opisanim u prethodnom poglavlju.

Adaptacija je proces modificiranja proizvodnog procesa, izratka ili načina poslovanja u cilju prilagođavanja novim ili izmijenjenim uvjetima u okruženju. Za uspješnu adaptaciju potrebne su dvije pretpostavke: nadarenost i društveni uvjeti koji ohrabruju inventivnost, a zapravo izražavaju poželjnost samostalnog i originalnog razmišljanja.

Materijalizacija predstavlja sposobnost pretvaranja ideja u konkretne proizvode, usluge, tehnološke procese. Ponajprije se odnosi na likovni dizajn odjevnog predmeta, zatim on prelazi u tehnički dizajn te u fazu materijalizacije u tehnološkom procesu. Obuhvaća koncipiranje i projektnu razradu konkretnih proizvoda s pratećom dokumentacijom, vodeći računa o funkcionalnosti, tehnološkoj racionalnoj izvedivosti, ergonomiji, atraktivnom dizajnu, koristeći normizaciju i tipizaciju.

Ljudskom kapitalu i inventivnosti pripada osobit značaj u razvoju proizvoda, poduzeća pa i čitave grane odjevne industrije, isto kao i brojnosti inovacija koje su neizostavni čimbenik u borbi protiv stagnacije, a zatim i propadanja tvrtki, kao i odumiranja gospodarskih grana i nacionalnih gospodarstava.

4. Praktički primjeri inventivnosti i zaštite

U ovom poglavlju prikazano je više primjera inventivnog pristupa tijekom rješavanja različitih problema vezanih uz odjevnju industriju i odjevnju tehnologiju u kojima su, zajedno ili zasebno, sudjelovali Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu i pojedine tvornice odjeće u Hrvatskoj.

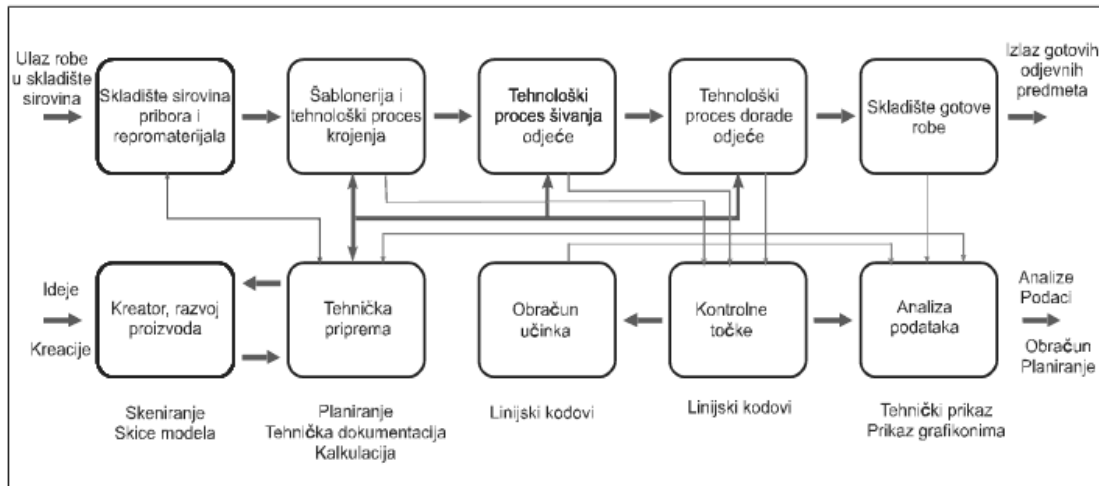
4.1 Računalna izrada tehničko-tehnološke dokumentacije

Utjecaj današnjeg razvijenog modnog dizajna ponajviše se ogleda u malim proizvodnim serijama punim raznolikosti, kratkim vremenima izrade, visokoj kvaliteti izrade odjeće, teškoćama primjene novih materijala i načina izrade odjevnih predmeta, u problemima organizacije proizvodnje, primjenama novih znanja i teškoćama u tehničkoj pripremi. Male količine odjevnih predmeta u radnom nalogu, a veliki broj boja i desena te disperzija odjevnih veličina, znatno povećavaju opseg posla i broj potrebnih dokumenata, zamjetno produžuju vrijeme izrade tehničke dokumentacije vezane uz radni nalog.

Ako se uzme u obzir da pojedine tvornice dnevno obrađuju više radnih naloga za koje valja izraditi cjelovitu dokumentaciju, vidljivo je da izrada tehničke dokumentacije, praćenje i analiza proizvodnje, u uvjetima koje diktira suvremeni modni dizajn, predstavlja jedan od složenijih problema današnje odjevne industrije. Izrada tehničke dokumentacije, organizacija i analiza proizvodnje zaokuplja najsposobniji kadar tehničke pripreme pa postojeći ljudski potencijal ne stigne izraditi cjelovitu dokumentaciju. Zbog toga je vrlo čest slučaj da se s procesom proizvodnje odjeće započinje s nedostatnom dokumentacijom, a nije rijetkost da se s proizvodnjom mora započeti, a da tehnička dokumentacija nije ni izrađena.

S druge strane, visokostručni kadar neinventivno koristi velik dio radnog vremena na rutinske poslove izrade tehničke dokumentacije, praćenje i analizu proizvodnje, što se svodi na česta prepisivanja istih ili sličnih podataka, a rijetko na istinski kreativan rad u kojem se oplođuju tehnološka i tehnička znanja te iskustvo stručnih ljudi tehničke pripreme. Stoga je za tehničke pripreme odjevne industrije jedini izlaz u što bržem opremanju računalima s ciljem da rutinske radove tehničke pripreme preuzmu računala, time smanje angažman stručnih ljudi i oslobode im dovoljno vremena za kreativni i inovativan angažman koji istinski unapređuje proizvodne procese.

Spomenuta problematika zamijećena je u ranim devedesetim godinama prošlog stoljeća kad se hrvatska odjevna industrija, promjenom političkog sustava, počela ubrzano restrukturirati. Tada su stručnjaci iz Zavoda za odjevnju tehnologiju pristupili izradi više originalnih programa i potrebne računalne strukture za izradu tehnološke dokumentacije, sl. 4 [3].



Slika 4: Računalni sustav za izradu tehničko-tehnološke dokumentacije i obračun radnog učinka

Iskustvo je pokazalo da se u odjevnoj industriji najbolji rezultati mogu postići umreženim PC računalima u svim segmentima proizvodnje jer jedino računalna mreža i povezanost svih radnih mjesta može garantirati da jednom uneseni podatak u računalni sustav neće više trebati ponovno upisati na nekom drugom radnom mjestu, sl. 4.

Računalni sustav pokazuje optimalne rezultate umrežavanjem najmanje sedam PC računala na različitim radnim mjestima u jedinstvenu računalnu mrežu. Sustav sačinjavaju računala instalirana na radnim mjestima kreatora koji razvija odjevni predmet, u skladištu materijala i gotove robe, radno mjesto u konstrukcijskoj pripremi, barem jedno radno mjesto u tehnološkoj pripremi, u tehnološkom procesu šivanja i dorade odjeće, na obračunu učinka i za analizu proizvodnje na temelju svih prikupljenih podataka.

Kao i izrada dokumentacije, i obračun učinka proizvodnih radnika u organizacijskim i proizvodnim uvjetima u kojima se nalazi današnja odjevna industrija postaje sve većim problemom s obzirom na minimalizaciju i disperzivnost suvremenih radnih naloga, sve se više vremena troši na evidenciju i obračun učinka pa, umjesto da se smanjuje broj režijskih radnika obračuna učinka, dolazi do potrebe da se njihov broj poveća, što je pak nespojivo sa zahtjevima produktivnosti.

Isto tako i sami proizvodni radnici sve više radnog vremena troše na upis i osobnu evidenciju ostvarenog učinka umjesto na učinkovitiju proizvodnju, pa i na taj način dolazi do nepotrebnog pada produktivnosti. Prikazani sustav na sl. 4 može se ujedno koristiti i za obračun radnog učinka budući da koristi mnoge podatke koji se koriste za izradu tehničko-tehnološke dokumentacije.

Tijekom desetak godina rada i razvoja prikazanog sustava ukupno je instalirano i pušteno u rad oko 30-ak konfiguracija umreženih računala. Ovime se želi ukazati na mogućnost uvođenja inovacija u hrvatsku odjevnu industriju koje su načinjene u suradnji stručnjaka iz odjevne industrije i znanstvenika sa sveučilišta, a značajno unaprjeđuju poslovanje i omogućavaju bolju iskoristivost ljudskog potencijala za kreativni doprinos u svakodnevnom radu odjevne industrije.

4.2 Izumi i patenti

Ljudski potencijal hrvatske odjevne industrije gotovo svakodnevno stvara i primjenjuje inovacije u kojima se savladavaju mnogi tehnološki problemi u procesima proizvodnje odjeće. Budući da je hrvatska odjevna industrija opremljena suvremenim strojevima za proizvodnju odjeće koji se temelje na najmodernijim tehničkim dostignućima te da prerađuje konvencionalne i nove visokotehnološke materijale, vrlo često se suočava s potrebom rješavanja proizvodne problematike koja nije poznata, odnosno nije objavljivana u stručnoj publicistici. Stoga vrlo često sami stvaraju potrebna znanja. U slučaju složenije problematike vrlo često se angažiraju i znanstveno-istraživački potencijali iz visokog školstva.

Nažalost, tehnolozi i drugi stručnjaci zaposleni u hrvatskoj odjevnoj industriji, zaokupljeni rješavanjem svakodnevne problematike, često nemaju dovoljno vremena da zaštite svoj razvoj i stečeno intelektualno vlasništvo pomoću patenata i industrijskog dizajna. S druge strane može se smatrati da još uvijek nije dovoljno sazrela svijest o potrebi zaštite intelektualnog vlasništva, odnosno shvaćanja da je i intelektualno vlasništvo ravnopravan vid vlasništva poput materijalnog vlasništva. Stvaratelji intelektualnog vlasništva u hrvatskoj odjevnoj industriji najčešće taj vid vlasništva štite poslovnom tajnom, odnosno šticećenjem svoga

Know-How-a. No, u svakom slučaju bi valjalo da se u doglednoj budućnosti poveća sadašnja razina svijesti o potrebi zaštite svog intelektualnog vlasništva na druge načine, opisane u prethodnim poglavljima ovog rada.

Kao istaknuti primjer samostalnog i vrlo uspješnog razvoja navedimo razvoj samoventilirajućeg prsluka tt. Splendor tekstil d.o.o., Zagreb, koji je javnosti predstavljen u sklopu Tekstilnih dana Zagreb, u studenom 2011. godine [4], a služi za hlađenje tijela u uvjetima visokih temperatura okoliša, pa se samoventilirajućim prslukom smanjuje rizik od toplotnog udara. Samoventilirajući prsluk predstavlja lijep primjer materijalizacije vlastitih inovacija u visokotehnološki inventivni proizvod s visokom dodanom vrijednošću. Osim produkcije i primjene vlastitog znanja, tt. Splendor tekstil d.o.o. Zagreb štiti svoj proizvod i kroz licencirani partnerski odnos s tt. W.L. Gore & Associates GmbH za proizvodnju vlastitog asortimana visokokvalitetne Gore-tex® i Windstopper® odjeće. Istaknuti primjer je pozitivna ilustracija inovativnog potencijala hrvatske odjevne industrije na razvoju tzv. pametne odjeće.

Razvoj inteligentne odjeće je neusporedivo složeniji te ga za sada nije moguće izvoditi samo u tvornicama odjevne industrije, već je ovdje potreban angažman visokoškolskih institucija i njihovog znanstveno-istraživačkog kadra. O razvoju inteligentne odjeće u sklopu Zavoda za odjevnu tehnologiju već je u domaćoj publicistici objavljeno više radova [5, 6]. Za tematiku ovog rada važno je napomenuti da je 28. prosinca 2011. godine dobivena isprava o priznatom europskom patentu za univerzalnu rebrastu termoizolacijsku komoru kontinuirano podesive debljine koja je najvažniji sastavni dio inteligentnog odjevnog predmeta s adaptivnim mikroklimatskim stanjima, sl. 5 [7].

Prikazani certifikat predstavlja primjer zaštite intelektualnog vlasništva u 37 zemalja Europe, tako da osigurava monopol, odnosno isključivo pravo na izradu, korištenje, stavljanje u promet ili prodaju izuma zaštićenog patentom. Iz ovog je vidljivo da bi i drugi subjekti s područja odjevne industrije Hrvatske trebali zaštititi svoje intelektualno vlasništvo, kao svoj kapital, u slučaju kada dođu do ideja koje mogu rezultirati vrijednom inovacijom.



URKUNDE	CERTIFICATE	CERTIFICAT
Es wird hiermit bescheinigt, dass für die in der Patentschrift beschriebene Erfindung ein europäisches Patent für die in der Patentschrift beschriebenen Vertragsstaaten erteilt worden ist.	It is hereby certified that a European patent has been granted in respect of the invention described in the patent specification for the Contracting States designated in the specification.	Il est certifié qu'un brevet européen a été délivré pour l'invention décrite dans le fascicule de brevet, pour les États contractants désignés dans le fascicule de brevet.
Europäisches Patent-Nr.	European patent No.	Brevet européen n°
	2254430	
Patentinhaber	Proprietor of the patent	Titulaire du brevet
	Rogale, First Snejzana Sultanska 16 10292 Senkovec/HR Rogale, Dubravko Sultanska 16 10292 Senkovec/HR Nikolic, Gajko Jordanovac 119 10000 Zagreb/HR Dragcevic, Zvonko Kunačak 10b 10000 Zagreb/HR	
München, den 28.12.11 Pat. a. München, le		Benoit Battistelli Präsident des Europäischen Patentamts President of the European Patent Office Président de l'Office européen des brevets

a.

(19) (11) EP 2 254 430 B1

(12) EUROPEAN PATENT SPECIFICATION

(45) Date of publication and mention of the grant of the patent: 28.12.2011 Bulletin 2011/52 (51) Int. Cl.: A41D 13/02 (2006.01)

(21) Application number: 09723033.8 (86) International application number: PCT/HR2009/000008

(22) Date of filing: 16.03.2009 (87) International publication number: WO 2009/115851 (24.09.2009 Gazette 2009/39)

(54) CONTROLLABLE RIBBED THERMOINSULATIVE CHAMBER OF CONTINUALLY ADJUSTABLE THICKNESS AND ITS APPLICATION

VERSTELLBARE GERIPPTÉ WÄRMEISOLATIONSKAMMER MIT STUFENLOS EINSTELLBARER DICKE UND IHRE VERWENDUNG

COMPARTIMENT THERMO-ISOLANT NERVURE RÉGLABLE DONT L'ÉPAISSEUR EST MODIFIABLE EN CONTINU, ET SON APPLICATION

(84) Designated Contracting States: AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR Designated Extension States: BA RS

(72) Inventors: Rogale, First Snejzana 10292 Senkovec (HR) Rogale, Dubravko 10292 Senkovec (HR) Nikolic, Gajko 10000 Zagreb (HR) Dragcevic, Zvonko 10000 Zagreb (HR)

(30) Priority: 17.03.2008 HR 20080116 19.03.2008 HR 20080118

(43) Date of publication of application: 01.12.2010 Bulletin 2010/48

(73) Proprietors: Rogale, First Snejzana 10292 Senkovec (HR) Rogale, Dubravko 10292 Senkovec (HR) Nikolic, Gajko 10000 Zagreb (HR) Dragcevic, Zvonko 10000 Zagreb (HR)

(74) Representative: Bitar, Zeljko et al Admooev d.o.o. Aleja lipa 1/G HR-10040 Zagreb (HR)

(56) References cited: WO-A1-0184888 WO-A1-2005/023029 FR-A1-2 882 503

EP 2 254 430 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

b.

Slika 5: Certifikat o dobivenom europskom patentu zaštićenom u 37 zemalja Europe (a – prva i b – druga stranica)

Dosadašnja iskustva u analizi hrvatske odjevne industrije dokazuju da u njoj postoji kritična masa inventivnosti koja može rezultirati kao vrijedno industrijsko vlasništvo.

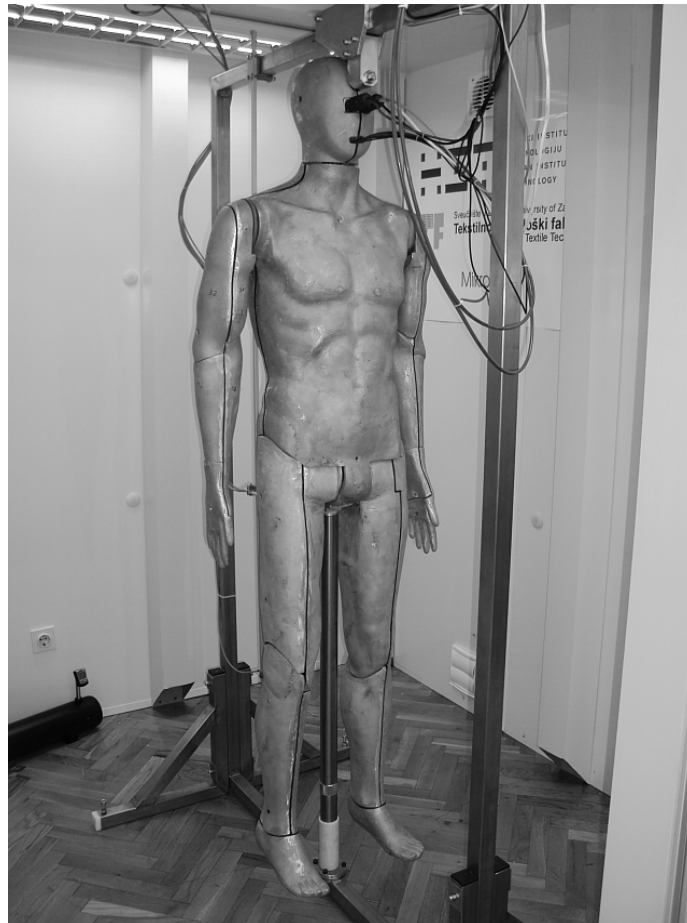
4.3 Mjeriteljska oprema

Hrvatska odjevna industrija je dostigla takav razvojni potencijal kada više ne može kopirati ili preuzimati tuđa znanja kroz legalne vidove transfera znanja i tehnologija (sajmovi, modne revije, Internet, razgovor s kupcima, modni časopisi, znanstveni i stručni članci, knjige, baze patenata), već višu razinu potrebnog znanja mora generirati sama ili u suradnji s visokoškolskim institucijama. Mnoga znanja inače se stječu svakodnevnim radom, iskustvom i eksperimentima u proizvodnim pogonima, no ponekad je zahtijevana razina znanja previsoka pa joj se mora pristupiti na drugačiji način.

Zavod za odjevnu tehnologiju pokazao se vrsnim i u razvoju nove mjeriteljske opreme, o čemu je djelomično već bilo govora na savjetovanju Tekstilna znanost i gospodarstvo (TZG) [8].

Mjeriteljska oprema, specijalizirana za mjerenja u tehnoloških procesima proizvodnje odjeće i na samoj odjeći, inače je razmjerno slabo zastupljena, tako da se mora pristupiti njezinom samostalnom razvoju koristeći brojna tehnička znanja i fiziku mjerenjstva. Jedan od nedavno razvijenih mjernih uređaja predstavlja i tzv. termalni maneken za potrebe mjerenja toplinskih svojstava odjeće, prikazan na slici, sl. 6.

Prikazani termalni maneken smješten je u klima komoru s promjenjivim uvjetima temperature i brzine strujanja zraka, tako da se mogu simulirati različiti stupnjevi hladnoće i vjetra kojem je u stvarnosti izložen odjevni predmet, a toplinske karakteristike odjeće moći će se snimati u statičkom i dinamičkom režimu, pri čemu će se moći namjestiti željena brzina i intenzitet hodanja.

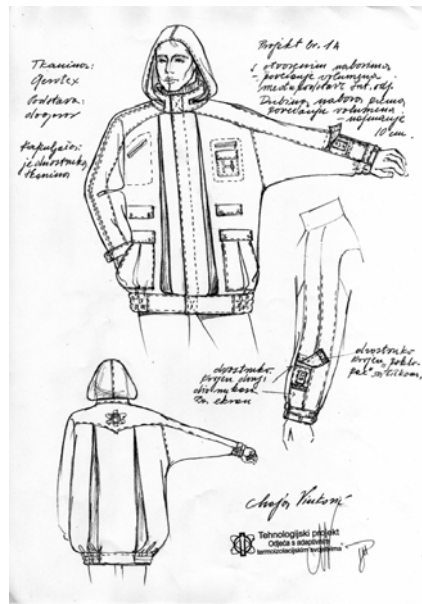


Slika 6: Termalni maneken za mjerenje toplinskih svojstava odjeće

Ovime se želi ukazati da u Hrvatskoj imamo također veliki potencijal i praktično iskustvo u inventivnosti i realizaciji složenih mjeriteljskih sustava koji su potrebni za generiranje i primjenu novih spoznaja i znanja u procesima proizvodnje odjeće, odnosno u odjevnoj tehnologiji. Zbog toga se trebaju ohrabriti rukovodeći ljudi tvornica odjeće na suradnju s visokoškolskim institucijama.

4.4 Zaštita industrijskog dizajna i žigova

Za potrebe ispunjavanja zacrtanog plana rada na tehnologijskom projektu Odjeća sa adaptivnim termoizolacijskim svojstvima, financiranog od Hrvatskog instituta za tehnologije, započet je dizajn i konstrukcija vanjske školjke inteligentnog odjevnog predmeta, sl. 7.

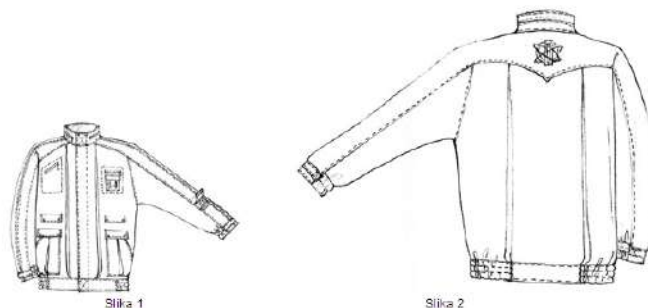


Slika 7: Likovna verzije vanjskog dizajna inteligentnog odjevnog predmeta s opisima

U tom smislu načinjen je vrlo opsežan dizajn više različitih verzija vanjskog dizajna odjevnog predmeta s adaptivnim termoizolacijskim svojstvima. Na temelju tog dizajna odabrana je jedna verzija na temelju koje je započeta konstrukcija vanjske školjke te isprobana u praktičnoj izvedbi, odnosno materijalizaciji.

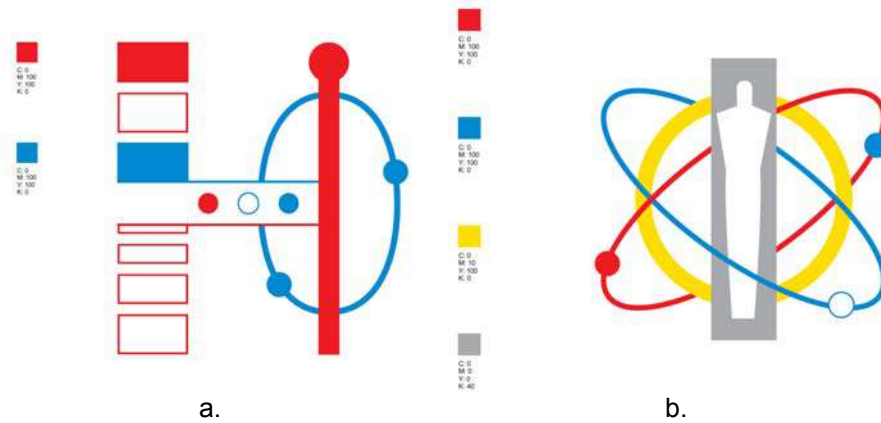
Na temelju praktične izvedbe i načinjenih korekcija, završna verzija vanjske školjke je zaštićena pri Državnom zavodu za intelektualno vlasništvo Republike Hrvatske (DZIV), pri čemu je valjano i pravno registriran industrijski dizajn, sl. 8 [9].

(11) RegistarSKI broj:	D20100017-1 (Priznato industrijsko obličje/registrarSKI industrijski dizajn)
(21) Broj prijave ind. diz.:	D20100017A
(22) Datum podn. prijave:	05.02.2010
(64) Naznaka proizvoda:	VJETROVKA
(61) Lokamska klasa:	LOC (S) Cl. 02-02
(16) Datum priznanja:	27.05.2010
(46) Datum objave ind. diz.:	30.06.2010
(73) Nositelj(i):	Vinković Maja, Albinjeva 12, 10020 Zagreb, HR
(72) Oblikovatelj(i):	Vinković Maja, Albinjeva 12, 10020 Zagreb, HR
(66) Izgled dizajna:	



Slika 8: Registrirani industrijski dizajn inteligentnog odjevnog predmeta

Na sličan način razvijen je i zaštićen logo i žig inteligentne odjeće, također razvijenih od strane članova Projekta, na hrvatskom i engleskom jeziku pri DZIV-u. Oblici razvijenih logoa prikazani su na sl. 9.



Slika 9: Logo (a) i žig (b) odjevnog predmeta s adaptivnim termoizolacijskim svojstvima

Nakon prijave i opisa u pripadajućoj dokumentaciji dobivena je registracija loga i žiga odjevnog predmeta s adaptivnim termoizolacijskim svojstvima, sl. 10 [10, 11].

(111) RegistarSKI broj:	Z20100217 (Registriran žig)	(111) RegistarSKI broj:	Z20100218 (Registriran žig)
(210) Broj prijave žiga:	Z20100217A	(210) Broj prijave žiga:	Z20100218A
(181) Datum važenja:	05.02.2020	(181) Datum važenja:	05.02.2020
(220) Datum podn. prijave:	05.02.2010	(220) Datum podn. prijave:	05.02.2010
(151) Datum priznanja:	13.12.2010	(151) Datum priznanja:	13.12.2010
(450) Datum objave žiga:	31.01.2011	(450) Datum objave žiga:	31.01.2011
(442) Datum objave prijave:	31.05.2010	(442) Datum objave prijave:	31.05.2010
(591) Naznaka boja:	siva, žuta, crvena, plava, bijela	(591) Naznaka boja:	crvena, plava, bijela
(540) Prikaz žiga:		(540) Prikaz žiga:	
(732) Nositelj(i):	Vinković Maja, Albinijeva 12, 10020 Zagreb, HR	(732) Nositelj(i):	Vinković Maja, Albinijeva 12, 10020 Zagreb, HR
(531) Bečka kl.:	01.13.01 02.01.23 02.01.25 22.05.10 22.05.13 26.01.01 26.01.14 26.01.16 29.01.15	(531) Bečka kl.:	01.13.01 09.05.10 24.17.01 24.17.02 26.04.09 29.01.01 29.01.04
(510)(511) Proizvodi i usluge:	9 zaštitna odjeća (obuhvaćena ovim razredom) 25 odjeća muška, ženska, dječja	(510)(511) Proizvodi i usluge:	9 zaštitna odjeća (obuhvaćena ovim razredom) 25 odjeća muška, ženska, dječja
	a.		b.

Slika 10: Registracijski list za logo (a) i žig (b) odjevnog predmeta s adaptivnim termoizolacijskim svojstvima

Prijava industrijskog dizajna je znatno jednostavnija, brža i jeftinija od prijave izuma i njegove zaštite u vidu patenta, tako da ovaj postupak ne bi trebao biti većom preprekom u zaštiti kreacija i dizajna odjeće i pripadajućeg logoa (žiga).

5. Zaključak

U ovom radu iznesen je niz autorskih pogleda na izrazite potencijale inventivnosti hrvatske odjevne industrije i dijela visokog školstva vezanog uz odjevne tehnologije. Uočeno je da su se u uvjetima otežanog poslovanja i smanjenja broja poduzeća i zaposlenih radnika u odjevnoj industriji neka poduzeća razvijala usprkos evidentnim teškoćama, a neka su čak i nastala te se vrlo uspješno razvijaju. Ova pojava se može pripisati inventivnosti rukovodnog kadra u spomenutim poduzećima i stoga se upravo komponenta inventivnosti dodatno apostrofira u ovom članku kao vrijedna pozornosti za primjenu pri poboljšanju statusa poduzeća u odjevnoj industriji koja do sada nisu davala primjereni značaj inventivnom radu.

Nadalje su opisane mogućnosti pravne zaštite stvorenog intelektualnog vlasništva kako bi se i ta vrsta vlasništva zaštitila, jednako kao i druge vrste kapitala poduzeća.

U članku je opisan i značaj ljudskog potencijala koji također predstavlja stanoviti kapital u poduzećima koja se razvijaju u spomenutim nepovoljnim uvjetima poslovanja. Spomenuta poduzeća koja neprestano ulažu u svoj ljudski kapital, poput tt. Kotka, Krapina [12, 13], također bilježe svoj kontinuirani razvoj unatoč iskazanim teškoćama poslovanja u trenutačno nepovoljnom poslovnom okruženju.

Istaknut je značaj i volja za suradnjom visokoškolskih institucija s privrednim subjektima u cilju zajedničkog razvoja i stjecanja potrebnog znanja, a kroz neke primjere je potpuno razvidan značaj i potencijal visokoškolskih institucija pri stvaranju tehničko-tehnološkog znanja, ali se može spomenuti i potencijal stvaranja znanja u svekolikom okruženju i normizaciji poput uspješno izvedenog projekta Hrvatski antropometrijski sustav (HAS) [14], koji uređuje normizaciju sustava odjevnih veličina na području Republike Hrvatske.

S obzirom na iznesene činjenice u ovom članku, moguće je zaključiti da je za uspješan oporavak hrvatske odjevne industrije, kao vrlo značajne gospodarske grane, potrebno načiniti iskorake u pogledu prihvatljivog poslovnog i ekonomskog uređenja u kojima će spomenuta industrija djelovati te sveobuhvatnu primjenu inventivnosti kao generator stjecanja potrebnog novog znanja koje će rezultirati novim proizvodnim postupcima i proizvodima s visokom dodatnom vrijednošću. Samo odjeća s visokom dodatnom vrijednošću, u koju su ugrađena nova znanja i zaštićeno intelektualno vlasništvo, može osigurati prihvatljivu tržišnu cijenu koja može osigurati primjerenu zaradu dostatnu za održivi razvitak hrvatske odjevne industrije.

Literatura

- [1] Kusiak, A.: Innovation science: a primer, *International Journal of Computer Application in Technology*, 28. (2007) 2-3, 140-149, 0952-8091
- [2] Katulić, T.: Uvod u zaštitu intelektualnog vlasništva u Republici Hrvatskoj, *Dostupan na* <http://edu-udzbenik.carnet.hr> Pristupljeno 20. 10. 2008
- [3] Rogale, D.; Ujević, D.; Firšt Rogale, S. & Hrastinski, M.: *Procesi proizvodnje odjeće*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 978-953-7105-32-7, Zagreb, (2011)
- [4] Filipčić, I. & Perčić, S.: Pametna odjeća, *Tekstilni dani Zagreb*, 11. studenog 2011., Zagreb
- [5] Firšt Rogale, S.; Rogale, D.; Dragčević, Z.; Nikolić, G.: Realization of the Prototype of Intelligent Article of Clothing with Active Thermal Protection, *Tekstil*, 56 (2007), 10, ISSN 610-626 0492 – 5882
- [6] Firšt Rogale, S.; Rogale, D.; Dragčević, Z.; Nikolić, G. & Bartoš, M.: Inteligentni odjevni predmet s aktivnom termičkom zaštitom, *Zbornik radova 1. Znanstveno-stručno savjetovanje tekstilna znanost i gospodarstvo*, Bischof Vukušić, S. (ur.), 27-35, 978-953-7105-23-5, Zagreb, siječanj 2008, Tekstilno-tehnološki fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
- [7] Rogale, S.; Rogale, D.; Dragčević, Z.; Nikolić, G.: Manipulative Ribbed Chamber with Continuously Adjustable Thickness for Forming Thermal Insulation and Application, *Dostupan na* <http://www.wipo.int/patentscope/search/en/WO2009115851> Pristupljeno: 2011-12-28
- [8] Rogale, D.; Ujević, D.; Nikolić, G.; Dragčević, Z. & Firšt Rogale, S.: Tekstilno-tehnološki fakultet kao generator intelektualnog vlasništva, *Zbornik radova 2. Znanstveno-stručno savjetovanje tekstilna znanost i gospodarstvo*, Penava, Ž. (ur.), 31-40, 978-953-7105-27-3, Zagreb, siječanj 2009, Tekstilno-tehnološki fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
- [9] Vinković, M.: D20100017A – Vjetrovka, *Dostupan na* http://www.dziv.hr/digitallibrary/oblicja/Obrada.asp?regbroj_ispis=D20100017-1, Pristupljeno: 2011-11-17
- [10] Vinković, M.: Z20100217 - Registrirani žig, *Dostupan na* <http://www.dziv.hr/digitallibrary/zigovi/Obrada.asp?regbroj=20100217>, Pristupljeno: 2011-11-17
- [11] Vinković, M.: Z20100218 - Registrirani žig, *Dostupan na* <http://www.dziv.hr/digitallibrary/zigovi/Obrada.asp?regbroj=20100218>, Pristupljeno: 2011-11-17
- [12] Gavranović, A.: „Dobri duh“ zagorskog gospodarstva, *Suvremena trgovina*, 36. (2011) 6., 36-38, 1330-0180
- [13] Cerovečki, I.; Pelin, J.; Leško, B.; Bolfek, V.: Razvoj tvrtke Kotka – profil tvrtke za proizvodnju muške odjeće visoke kvalitete prepoznatljive na tržištu, *Tekstilni dani Zagreb*, 11. studenog 2011., Zagreb
- [14] Ujević, D. i sur.: Strategija i inovativni doprinosi Hrvatskog antropometrijskog sustava, *Zbornik 1. konferencije s međunarodnim sudjelovanjem Inovacijama do konkurentnosti*, Car. S. (ur.), 84-87, 978-953-7305-08-6, Zagreb, listopad 2010, Alfacommerce, Zagreb (2010)



POZVANA PREDAVANJA

INVITED LECTURS

FLEKSIBILNE NAPRAVE ZA POKAZIVANJE ZA PAMETNU ODJEĆU - ELEKTROKROMNI POKAZIVAČI

FLEXIBLE DISPLAYS FOR SMART CLOTHING - ELECTROCHROMIC DISPLAYS

Cédric COCHRANE; Ludivine MEUNIER; Fern M KELLY & Vladan KONCAR

Sažetak: Kromni materijali mogu mijenjati svoju boju reverzibilno u skladu s vanjskim uvjetima okoline. Kategorizirani su prema podražaju koji aktivira promjenu boje. Na primjer, termokromni materijali se mogu definirati kao materijali u kojima promjena boje nastaje zbog promjene temperature, a elektrokromni materijali su oni u kojima promjena boje nastaje kada se primijeni električna struja. Termokromizam je već dobro poznata primjena na tekstilnom području, ali elektrokromizam nije toliko uobičajen. U ovom radu daje se pregled područja elektrokromnih uređaja, te se raspravlja o uspješnoj primjeni prve generacije fleksibilnih tekstilnih elektrokromnih uređaja. Fleksibilni elektrokromni tekstilni pokazivač sastoji se od nove četveroslojne sendvič strukture koja sadrži tanki materijal s dvije razmaknute površine s elektrokromnim spojem (Prussian blue - prusko plava boja), provodljivog sloja i dvije elektrode; donje i gornje (transparentne). Ako se pokreće niskonaponskom baterijom, ta struktura može uzrokovati reverzibilnu promjenu boje. Izmjerena su vremena promjene kod ~ 5 s i 4.5 V. Promjene boje se prate vrijednostima CIE L*, a*, b*.

Abstract: Chromic materials have the ability to change their colour reversibly according to external environmental conditions. They are categorised by the stimulus that triggers the colour change. For example, thermochromic materials can be defined as those in which a colour change is induced by a change in temperature and electrochromic materials are those in which a colour change is induced when an electrical current is applied. Thermochromism is already a well-known application within the textile field, however electrochromism is not as common. In this paper, an overview of the field of electrochromic devices is provided and the successful development of a first generation flexible textile electrochromic device, achieved by ourselves, is discussed. The flexible electrochromic textile display consists of a novel 4-layer sandwich structure containing a thin spacer fabric with electrochromic compound (Prussian blue), a conductive layer and two electrodes; bottom and upper (transparent). If powered with a low voltage battery, this structure is able to generate a reversible colour change. The switching times have been measured at ~ 5 s and 4.5 V. The colour changes are monitored via CIE L*, a*, b* values.

Cljučne riječi: tekstilni fleksibilni pokazivač (displej), provodljivi polimer, prusko plava boja

Keywords: Textile flexible display, Conducting polymer, Prussian blue

1. Introduction

Any change in the colour of an object, whether from white to black, colourless to coloured or from one colour to another, can be easily detected by the human eye, or by simple spectrophotometric instruments. Such changes in colour provide important visual signals that can be used to convey information to an observer, the most obvious being traffic control signals. Consequently, research into substances that undergo reversible colour changes upon the application of an external stimulus has been extensive [1].

Materials of this type are known as chromic materials. The ability to combine chromic materials with textiles therefore provides the opportunity to create a flexible communicative display for clothing, principally for protection and safety or for added fashion. Chromic materials are classified based on the type of stimulus that induces their colour change.

For example, an "electrochromic" material is one in which a reversible colour change is observed when an external voltage is applied. This phenomenon is an analogy to "photochromic" and "thermochromic" materials, whereby the change in colour is observed by a change in light or a change in heat respectively. [2-4]

Articles of clothing treated with photochromic materials were first introduced in the market in 1989, with the application intended for added fashion. However, the ability also exists to be applied in solar protection, by

monitoring UV radiation. Photochromics are generally organic molecules that can reversibly change their molecular configuration with the influence of UV radiation. The molecular arrangement of the material affects the absorption spectra and hence its colour [5].

Two types of thermochromic systems have been used successfully in textiles. These are the liquid crystal type and the molecular arrangement type. In both cases, the dyes are entrapped in microcapsules and applied to fabric like a pigment in a resin binder. Toray Industries commercially released in 1987, a line of clothing made from temperature sensitive chameleonic fabric, known by the name of "Sway". The change of colour with temperature of these fabrics was designed to match the application. For example, ski-wear 11°–14°C, women's clothing 13°–22°C and 'temperature shades' 24°–32°C [6].

More recently, thermochromic materials have been implemented in fashionable flu-masks to monitor the body temperature of a person (Fig. 1a) [7]. Thermochromic paints also allow textiles to have a particular motif painted on them that will change colour. A wallpaper painted with green plants in thermochromic paint, starts to blossom as soon as your room heater turns on, spreading wonderful roses all over your wall like magic (Fig. 1b) [8].

In addition to photochromic and thermochromic materials, electrochromics are also currently attracting much interest in academia and industry for both their fascinating spectroelectrochemical properties and their commercial applications. However, unlike the photo- and thermo- analogues, clothing or interior textiles treated with electrochromics are not readily available on the market. Devices consisting of electrochromic materials, that are available, include glass windows of buildings which darken reversibly at the flip of a switch [9], and for anti-glare car windows; including the sun-roof and the rear-vision mirrors [10].

Other proposed applications include re-usable price labels, devices for frozen-food monitoring, camouflage materials and controllable light reflective or light-transmissive displays for optical information and storage [11]. Developments are also being undertaken into electrochromically operated billboards, large-scale traffic direction boards, and rail and airport departure boards [12, 13].

However, the products listed above are rigid in their structure due to glass commonly being applied as the base substrate [12,14-17]. An opportunity therefore exists to alternatively combine the desired spectrochemical properties of electrochromic materials with a flexible textile substrate, in order to achieve a display that is flexible. This would give rise to a technology that could be applied to a suite of products that would have the ability to change its pattern or print. Not only could communicative clothing be created, but also communicative flags and interior furnishings, including upholstery and drapery.

Many materials express these chromic properties, and can be assigned to one of three general categories [18, 19]. Type I materials are soluble in a given electrolyte solution in both reduced and oxidised states, e.g. 1,1'-di-methyl-4,4'-bipyridilium ('methyl viologen'). Type II materials are soluble in one redox state, but form a solid film on the surface of an electrode following electron transfer, e.g. 1,1'diheptyl-4,4'bipyridilium dication in water. Type III materials, in both the reduced and oxidised states, are solids.

All-solid systems are the most common for electrochromic displays. They include all conducting polymer systems, metal oxides, Prussian blue and its analogues, and rare earth phthalocyanines. Electrochromic devices (ECDs) themselves may have one of many alternative compositions 3.

The traditional structure of an ECD, however, is that of a seven-layer electrochemical cell with the rigid sandwich structure (Fig. 2). An electrochromic material is coupled to both a suitable solid or liquid electrolyte (ionic conductor) and an ionic storage layer. These three layers are sandwiched between two conductors (electrodes), with at least one of these, also requiring transparency. These are then sandwiched between two substrates, typically glass, completing the device.

Colour changes observed in ECDs occur by charging and discharging the electrochemical cell with an applied potential of a few volts (typically 1 - 5 V) [20]. After the resulting current has decayed, the colour change will be effected with the simultaneous redox reaction. The new redox state (and colour) remains due to the so-called "memory" effect, without the requirement of further electrical input [3].



Figure 1: Thermochromic textiles that change colour with temperature (a) fashionable flu-masks and (b) blossoming wallpaper

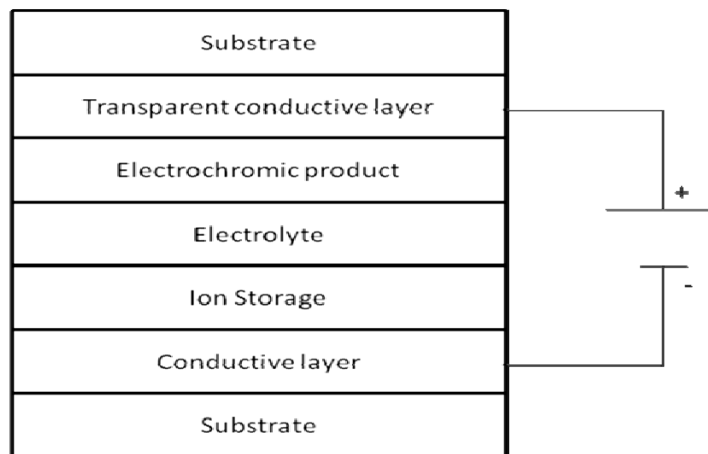


Figure 2: An ECD with a seven-layer sandwich structure

A number of academic and commercial research groups, including the engineering conglomerate (Siemens), are currently working on the development of ECDs that are flexible (Fig. 3) [4, 21-30]. The Siemens display consists of a layer of electrochromic material sandwiched between two electrode layers. The ECD structure or the electrochromic mixture used by Siemens, which enables the screen to work so rapidly, however has not been disclosed.

Moreover, Mecerreyes et.al. [26] have proposed a simplified alternative to that of the seven-layer structure described above. By using a plastic substrate, they have successfully created a flexible all-polymer ECD. Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT) has been utilized, demonstrating that conducting polymers can act simultaneously as both the electrode and the electrochromic material. The transparent conducting layer of the classical configuration is therefore eliminated, resulting in a device requiring only five-layers (Fig. 4).



Figure 3: A flexible electrochromic display, as developed by Siemens

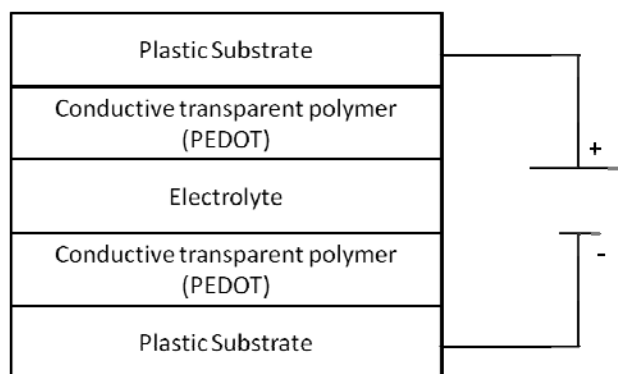


Figure 4: An ECD with a five-layer sandwich structure

This article discusses the preparation of a flexible electrochromic display for application in smart clothing. The five-layer electrochromic device, considered above, has been simplified further to a four-layer device, by suspending a solution of an inorganic Type III electrochromic material (Prussian Blue) within a spacer fabric. The pros and cons of this device are discussed and the ways in which it may be improved are proposed.

2. Materials and Methods

Iron (III) chloride hexahydrate ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 97 %) and potassium ferricyanide ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, 98 %) of analytical grade were purchased from Sigma-Aldrich Chemicals. Carbon black and silver were purchased from Dupont de Nemours. PET/ITO films were purchased from Sigma-Aldrich. Polyurethane-coated polyester was provided by Mediama. The specific spacer employed, consisted of 100 % polyester, was prepared in the GEMTEX laboratory of ENSAIT.

As previously described, a sandwich structure is the desired structure for the formation of an electrochromic device. The five-layer structure, developed by Mecerreyes et.al.²⁶ (Fig. 4), has been adapted to prepare the flexible electrochromic device, giving rise to a simplified four-layer structure (Fig. 5). Figure 6 outlines the step-by-step preparation of the display. Polyester, pre-coated with polyurethane to provide a waterproof surface, was used as the textile substrate. The first conductive layer typically used is carbon black or silver. Prussian blue, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, has been selected as the electrochromic compound for the prototype due to its availability and its ease of synthesis via electrochemical reaction.

The preparation includes combining two precursors, namely $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (10 cm⁻³, 0.05 mol.dm⁻³) and $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ (10 cm⁻³, 0.05 mol.dm⁻³). An oxidation-reduction reaction ensues and $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ is formed. The colour of the $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ solution is orange-red. When the solution is introduced to the white spacer fabric, the fabric becomes orange-yellow in colour. The thickness of the spacer can be set between 0.5 mm and 1 mm. The device is sealed by joining the upper electrode (transparent and flexible PET/ITO) to the textile substrate using neoprene glue. A 4.5 V power supply is utilised to initiate the redox cycling of the electrochromic material.

To characterize the colour change, a spectrophotometer by Data Color International, Spectraflash SF600 Plus, was employed, and L^* , a^* , b^* co-ordinates obtained. To compare results, the CIELab colour space was implemented (Fig. 7).

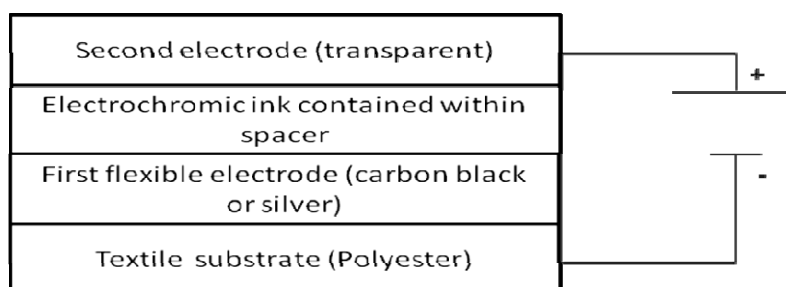


Figure 5: Four-layer sandwich structure of the flexible electrochromic display prototype

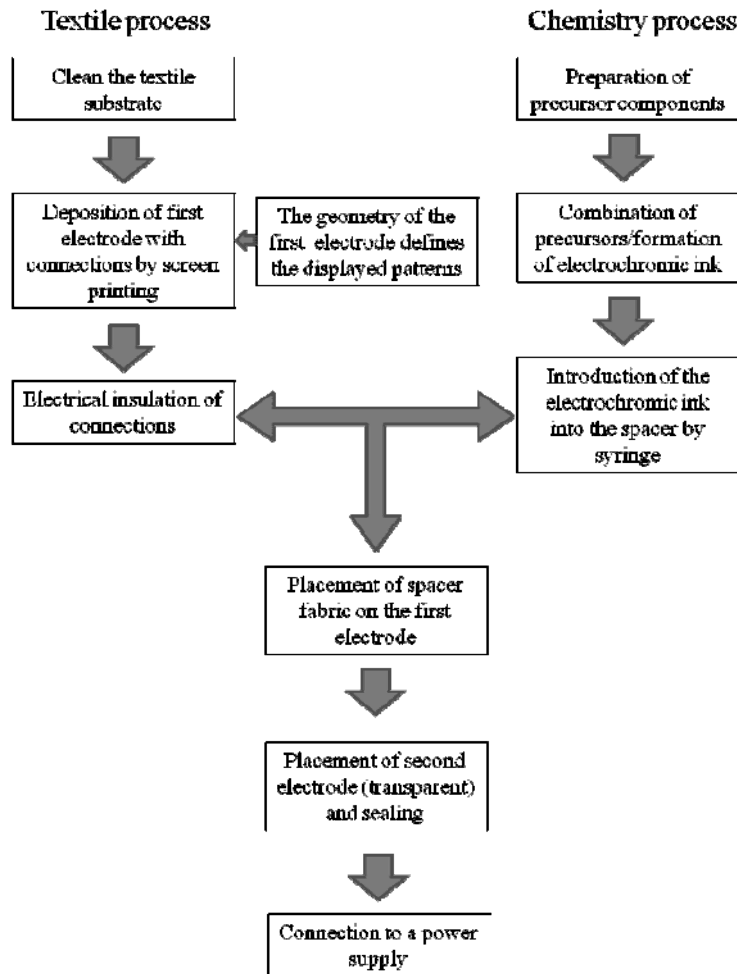


Figure 6: Steps for flexible display preparation

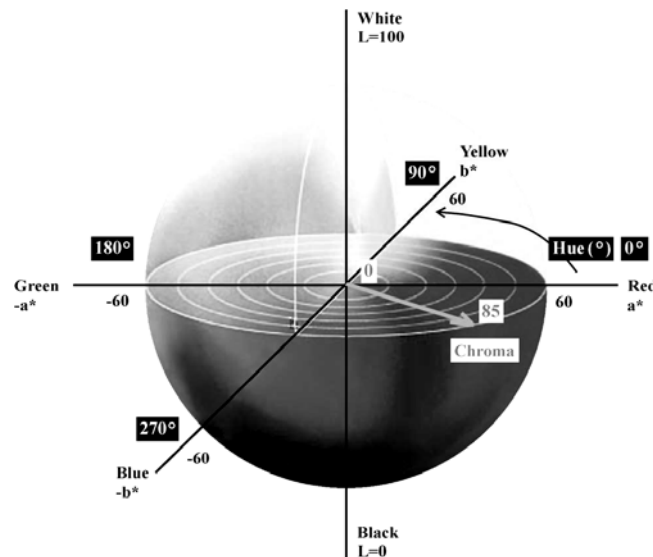


Figure 7: CIE Lab colour space

3. Results and Discussion

The flexible electrochromic display developed is a four-layer sandwich structure (Fig. 5). The flexible textile substrate employed, and the first layer of the device, is a polyurethane coated polyester fabric. Deposited on this fabric, via screen printing, is the first flexible electrode of carbon black or silver. The third layer consists of the electrochromic ink (Prussian blue), dispersed within a spacer fabric.

The second electrode (PET/ITO) and final layer of the device is transparent, so that the colour-switching of the electrochromic ink may be observed, and completes the device as the fourth layer. On sealing of the device, the PET/ITO layer also acts in protecting the electrochromic material from the atmosphere and thus slows the oxidation process. The solution of Prussian blue employed is both electrochromic ink and electrolyte. As it is in liquid form, it is mobile within the spacer. For this reason the two electrochromic layers, divided by an electrolyte, that are present in the five-layer device developed by Mecerreyes et.al. [26] (Fig. 4), may be combined and the structure can be simplified to the proposed four-layer structure.

Following the successful construction of a flexible electrochromic device in the shape of the letter X (Figs 8 and 9), an electrical current was applied. A colour change from orange/yellow (Fig. 8a) to blue (Fig. 8b) is observed in less than one minute. The CIE L*, a*, b* results, characterising the change in colour, are provided in Table 1. Of particular interest is the measured b* coordinates, as these values describe the colour hue of the material between pure yellow (90°) and pure blue (270°). Before an electrical current was pulsed through the flexible display the X was yellow/orange, confirmed by a measured b* value of 68.86°. The consequent change in colour to blue after the passage of electricity is noted from the b* value changing to 243.84°.

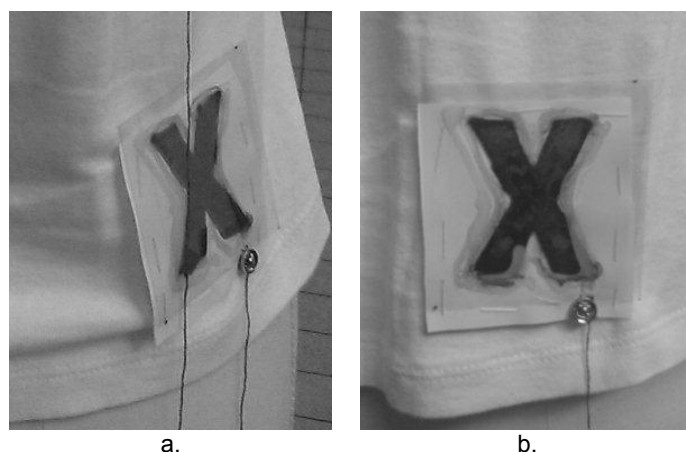


Figure 8: The flexible electrochromic device (a) before and (b) after an electrical current has been applied

Prussian blue is widely used in ECDs, either as the sole electrochrome or as an auxiliary electrode 3, [31-34]. However, in the literature they are typically applied in the form of solid films or solutions on a rigid electrode and substrate. Retention of a solid film or solution of Prussian blue on a flexible substrate is a very difficult task, due to the movement of the fabric. Thus, dispersing a liquid Prussian blue suspension in a spacer fabric is a novel idea. However, a number of challenges exist when using a solution phase electrochromic material in a flexible display. Due to the nature of the spacer fabric and the EC compound being a solution, the exact volume required by the spacer is difficult to determine. Additionally, when pressure is applied to seal the device, retaining the entirety of the dispersed solution within the structure is challenging. In the device discussed above, the Prussian blue solution has a tendency to leak with tilting and flexing of the display.

Therefore, adequate sealing of the device by means of selecting the correct adhesive and sufficient contact between upper electrode and substrate is of utmost importance. A complete seal is also required as atmospheric exposure leads to oxidation of the inorganic electrochromic material Prussian blue, hence decreasing the life cycle duration of the device. Neoprene glue was applied to the four-layer device discussed above and it is found to be a valid choice due to its contact properties and flexibility. It takes about 10 min to successfully connect and seal the upper electrode to the lower substrate using the yellow coloured glue. The requirement is there for a transparent glue with immediate sealing properties. Future tests look towards using a fine line of epoxy resin. Sealing of the device by means of ultrasonic thermowelding is another option. This would essentially create a sealed pixel that could be manipulated in an individual manner.

Alternatively, a solid electrochromic material could replace the Prussian blue suspension within the spacer. Grafting a conducting polymer to the spacer fabric would be a favourable substitute. In comparison to Prussian blue, by using solid conducting polymers, the issues with the loss of electrochromic material during device formation, i.e. leaking of the electrochromic would be removed. Also, conducting polymers, in particular the polythiophene family, are known for their high cycle lifetime. Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) or PEDOT, for example, shows no significant loss in performance after more than 5000 cycles 26.

Although the colours produced by Prussian blue are limited (either yellow or blue), the use of conjugated polymers in ECDs allows the possibility of developing other desirable colours. Subtle modifications to the monomer in the preparation of the conducting polymer can significantly alter the spectral properties of the material²⁰, and for this reason the conducting polymers have become the most commonly used materials for ECD applications. Polythiophene and the family of polythiophene-derived polymers are a good example of how by tailoring the thiophene monomer, a rainbow of colours can be achieved. Polythiophene is blue in its oxidised state and red in its reduced state. However, by manipulating the monomer a large number of substituted thiophenes have been synthesized, leading to materials varying along a broad spectrum. Figure 10 presents a series of neutral EDOT and B-arylene EDOT electrochromic polymer films on ITO/glass illustrating the range of colors available [35].

Polypyrrole (PPy) and polyaniline (PAni) are two more examples of conducting polymers subject to wide investigation. PAni is polyelectrochromic, showing several colours for the various redox states in which it may exist. The redox states include leucoemeraldine (yellow), emeraldine salt (green), emeraldine base (blue) and pernigraniline (dark purple) [36, 37]. PPy is blue/violet in colour in its oxidized state and yellow when reduced³⁷. As with thiophenes, by altering the monomer prior to polymerization, the colour of the pyrrole-derived polymer can also be manipulated. For example, poly(3,4-ethylenedioxyppyrrrole) (PEDOP) is pink when reduced and transparent light blue when oxidized. However, because PPy presents lower cycle lifetimes, its use in ECDs, as a reliable medium, is not as common as that for the thiophene family².

It is proposed to develop a second generation of flexible ECDs. These would be prepared by grafting conducting polymers, such as those listed above, to a spacer fabric in an analogous 4-layer structure to that described. This will remove issues relating to the solution phase and open the door to flexible ECDs capable of showing an array of colours.

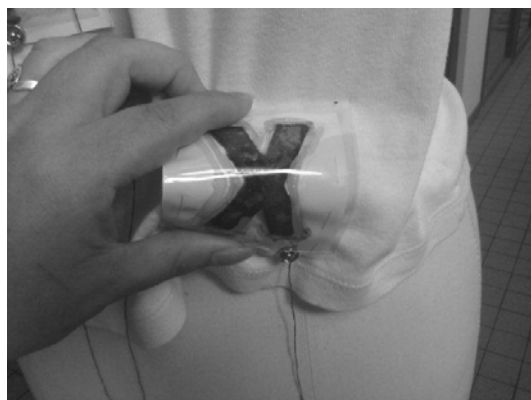


Figure 9 : Showing the flexible nature of the electrochromic device

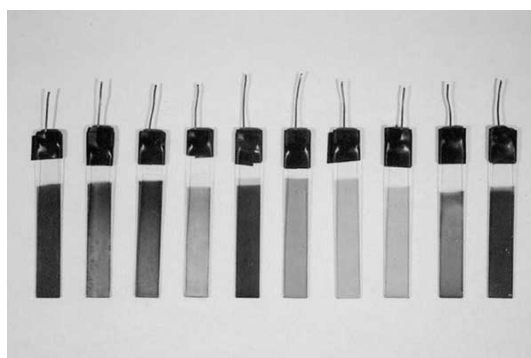


Figure 10 : EDOT and B-arylene EDOT electrochromic polymer films on ITO/glass

Table 1: Characterisation of the colour of electrochromic device, via CIE L*, a*, b* values, before and after application of a current

State	Colour	L* d65/10	a*	b*
Before current	Yellow	64.06°	43.1°	68.86°
After current	Blue	30.12°	36.52°	243.84°

4. Conclusion

The structure of a classical electrochromic device and a summary of electrochromic materials have been described. The process of creating an ECD whereby the substrate is a flexible textile is a challenging task, but a first generation device, consisting of four-layers, has been successfully prepared on a t-shirt. The four layers are: a pre-coated textile substrate, the first electrode of carbon black, a Prussian blue solution dispersed within a spacer fabric and finally a second electrode of PET/ITO. The solution phase electrochromic dye has not proved to be the best solution for the preparation of a flexible ECD. However, ways in which the device can be improved, relating to sealing processes have been proposed. The second generation of flexible ECDs will look towards using solid organic conducting polymers, replacing the Prussian blue, so as to overcome the drawbacks of inorganic electrochromics.

References

- [1] Gould P., *Mater Today*, 6 (2003) 38
- [2] Mortimer R. J., *Electrochim Acta*, 44 (1999) 2971
- [3] Somani P. R. & Radhakrishnan S., *Mater Chem Phys*, 77 (2003) 117
- [4] Tehrani P. et al., *Thin Solid Films*, 515 (2006) 2485
- [5] Shanmugasundaram O. L., *Smart and Intelligent Textiles*; <http://www.indiantextilejournal.com/articles/FAdetails.asp?id=852> (2008)
- [6] Orth M & Berzowska J. M., *US Pat 2003224152006* (to Front Cover, Future Materials) 2006
- [7] Zainzinger E., *Fashionable Color Changing Flu-masks*; <http://www.talk2myshirt.com/blog/archives/3113> (2009)
- [8] Sierra M. B., *Thermochromic*; <http://www.techpin.com/thermochromic/> (2008)
- [9] Glass S., <http://www.sage-ec.com/> (Sage Electrochromics. Inc.) (2008)
- [10] <http://www.gentex.com/automotive/product-categories>, (Gentex Corporation) (2011)
- [11] Mortimer R. J.; Dyer A. L. & Reynolds J. R., *Displays*, 27 (2006) 2
- [12] Rosseinsky D. R. & Mortimer R. J., *Adv Mater*, 13 (2001) 783
- [13] Silver J., *Chemical Chameleons for Electronics*, http://books.google.fr/books?id=QRwLgN2t1NcC&pg=PA51&lpg=PA51&dq=buy+anti+glare+windows+for+cars+electrochromic&source=bl&ots=QVu8_LKUjI&sig=1rbCpFbsjQho-McvtSy_r38F5bM&hl=fr&ei=WRrBTabVN4ms8gP5lqDPBQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&sqi=2&ved=0CC0Q6AEwAg#v=onepage&q&f=false (1989)
- [14] Is O. D. et al., *Polymer*, 51 (2010) 1663
- [15] Bange K & Gambke T, *Adv Mater*, 2 (1990) 10
- [16] Gomes M. A. B. et al, *Electrochim Acta*, 37 (1992) 1653
- [17] Granqvist C. G. et al, *Sol Energy*, 63 (1998) 199
- [18] Monk P. M. S., Mortimer R. J. & Rosseinsky D. R., *Electrochromism: Fundamentals and Applications* (VCH, Weinheim), (1995)
- [19] Jasinski R. J., *J Electrochem Soc*, 124 (1977) 637
- [20] Carpi F. & De Rossi D., *Opt Laser Technol*, 38 (2006) 292
- [21] Andersson P., *Adv Funct Mater*, 17 (2007) 3074
- [22] Azens A. et al., *Mater Sci Eng B*, 119 (2005) 214
- [23] Coleman J. P., *Sol Energy Mat Sol C*, 56 (1999) 395
- [24] Liu J. & Coleman J. P., *Mater Sci Eng A*, 286 (2000) 144
- [25] Ma C., Taya M. & Xu C., *Electrochim Acta*, 54 (2008) 598
- [26] Mecerreyes D. et al, *Electrochim Acta*, 49 (2004) 3555
- [27] Pagès H.; Topart P. & Lemordant D., *Electrochim Acta*, 46 (2001) 2137
- [28] White C. M. et al, *Thin Solid Films*, 517 (2009) 3596
- [29] Knight W., *Most Flexible Electronic Paper Yet Revealed*; <http://www.newscientist.com/article/dn4602> (2004)
- [30] Tobjörk D. & Österbacka R., *Adv Mater*, 23 (2011) 1935
- [31] Chen L.-C. & Ho K.-C., *Electrochim Acta*, 46 (2001) 2151
- [32] Chen L.-C. & Ho K.-C., *Sensor Actuator B: Chem*, 130 (2008) 418
- [33] Cheng K.-C., Chen F.-R. & Kai J.-J., *Electrochim Acta*, 52 (2007) 3330
- [34] Somani P. & Radhakrishnan S., *Chem Phys Lett*, 292 (1998) 218
- [35] Sapp S. A., Sotzing G. A. & Reynolds J. R., *Chem Mater*, 10 (1998) 2101
- [36] Dhawan S. K. et al, *Synthetic Met*, 75 (1995) 119
- [37] Hyodo K., *Electrochim Acta*, 39 (1994) 265

IMPLEMENTACIJA SUVREMENIH RAČUNALNIH SUSTAVA U PROCESIMA INDUSTRIJSKOG DIZAJNA I KONSTRUKCIJE ODJEĆE

IMPLEMENTATION OF MODERN COMPUTER SYSTEMS IN THE PROCESSES OF INDUSTRIAL DESIGN AND GARMENT CONSTRUCTION

Slavenka PETRAK & Maja MAHNIĆ

Sažetak: U radu je prikazan razvoj autorske kolekcije uzoraka modnih tkanina te ženskih haljina, primjenom CAD sustava namijenjenog 2D dizajnu tekstila i odjeće. U narednom koraku, primjenom drugog 2D/3D CAD sustava, izvedena je kompleksna razrada kolekcije modela ženskih haljina, sa svrhom njihove 3D simulacije i vizualizacije, uz aplikaciju dizajniranih uzoraka tekstila. Prikazano istraživanje izvedeno je sa svrhom analize pristalosti različitih modela sa aspekta konstrukcije krojeva i aplikacije uzoraka na 3D modelima ženskog tijela različitih antropometrijskih karakteristika. U drugom dijelu rada, na primjeru muškog sakoa prikazano je cjelovito istraživanje i razvoj računalnog parametarskog modela, odnosno prototipa modela odjevnog predmeta po segmentima, u okviru kojih je bilo potrebno provesti ispitivanja i mjerenja primjenom suvremenih računalnih tehnologija i odgovarajuće mjerne opreme. Najkompleksniji dio istraživanja odnosi se na iznalaženje matematičkih izraza, za prevođenje 2D krojnih dijelova iz vektorskog u parametarski oblik zapisa. U tom smislu, provedena je kompleksna analiza kroja modela, sa svrhom definiranja segmenata krojnih dijelova na kojima će se omogućiti izvođenje promjena vrijednosti mjera i računalna prilagodba kroja prema individualnim mjerama ispitanika.

Abstract: The paper presents the development of the author's collections of samples of fashion fabrics and women's dresses, using the CAD system designed for 2D design of textiles and clothing. In the next step, by applying the second 2D/3D CAD system a complex development of the model collection of women's dresses with the purpose of their 3D simulation and visualization along with the application of designed textile patterns was performed. The presented research was carried out with the purpose of analyzing the fit of different models in terms of designing garment patterns and application of patterns to 3D models of the female body of different anthropometric characteristics.

In the second part of the paper, using the sample of a man's coat the overall research and development of computer parameter model or the prototype of the model of a garment in segments carried out, within which it was necessary to do tests and measurements using modern computer technology and appropriate measuring equipment. The most complex part of the research applies to finding a mathematical expression to translate 2D cutting parts from the vector into the parametric form. In this sense, a complex analysis of model pattern was performed with the aim of defining the segments of cutting patterns which will make it possible to make changes in measurement values and computer adaptation of the pattern to individual measurements of subjects.

Ključne riječi: računalna konstrukcija odjeće, CAD sustav, dizajn, 3D simulacija, odjeća po mjeri

Keywords: computer garment construction, CAD system, design, 3D simulation, made-to-measure clothes

1. Uvod

Odjevna industrija još uvijek je jedna od važnih gospodarskih djelatnosti u Republici Hrvatskoj, a također i u zapadnim zemljama, bez obzira što je proces globalizacije zaoštrio konkurenciju i nametnuo pitanje potrebe restrukturiranja, modernizacije i temeljitog propitivanja razvojnih perspektiva proizvođača tekstila i odjeće. Poseban značaj u ostvarivanju konkurentnog položaja na tržištu za proizvođače predstavlja i orijentacija na širenje baze zadovoljnih i stalnih kupaca, s proizvodima prilagođenim zahtjevima istih. U tom smislu, jedan od pozitivnih pravaca razvoja potvrđen u zapadnim zemljama, je i koncept proizvodnje odjeće prilagođene zahtjevima kupaca (engl. Mass Customization), odnosno odjeće izrađene po mjeri kupca (engl. Made to Measure) [1,2]. Navedeni koncepti proizvodnje odjeće podrazumijevaju individualizaciju odjeće za svakog kupca iz široke palete modela, materijala različitog dizajna i boja te opcija pristalosti odjevnih predmeta.

Uloga inovativnih računalnih tehnologija, u procesima suvremenog industrijskog dizajna tekstila i odjeće, jedan je od nezaobilaznih čimbenika uspješnog i konkurentnog poslovanja proizvođača tekstila i odjeće. Dinamika promjene modnih trendova te sve veći interes tržišta za odjećom koja će odražavati modni identitet pojedinca, nameće pred dizajnera potrebu da svoj kreativni potencijal izrazi sukladno zahtjevima kupaca. Razvoj kolekcija modnih tkanina te kolekcija odjeće u uvjetima poslovanja na daljinu, s obzirom na dislociranost proizvodnih pogona u odnosu na razvojne centre proizvođača tekstila i odjeće, značajno je

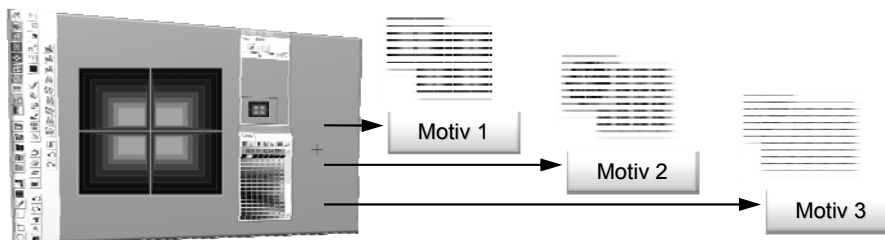
otežan u smislu egzaktnosti interpretacije ideje dizajnera u fazi izrade probnih uzoraka. Primjena CAD sustava i programskih paketa namijenjenih dizajnu tekstila i odjeće, uz trodimenzionalnu vizualizaciju modela, značajno ubrzava razvoj novih kolekcija odjeće, pri čemu se ostvaruje realističnost prikaza ideje dizajnera. Također, na taj način se omogućuje analiza pristalosti dizajna za odabrani tip tijela te valjanost konstrukcije krojeva [3].

U tom smislu, u prvom dijelu rada je prikazan razvoj autorske kolekcije uzoraka modnih tkanina te ženskih haljina primjenom CAD sustava i programskog paketa namijenjenog interaktivnom dvodimenzionalnom dizajnu tekstila i likovnog projekta kolekcije odjeće. U narednom koraku, primjenom drugog programskog paketa, izvedena je kompleksna razrada kolekcije modela ženskih haljina, sa svrhom njihove trodimenzionalne simulacije i vizualizacije, prema početnom likovnom projektu i uz aplikaciju dizajniranih uzoraka tekstila. U okviru toga, izvedeno je istraživanje pristalosti modela sa aspekta dizajna i konstrukcije krojeva, za osobe različitih antropometrijskih karakteristika tijela.

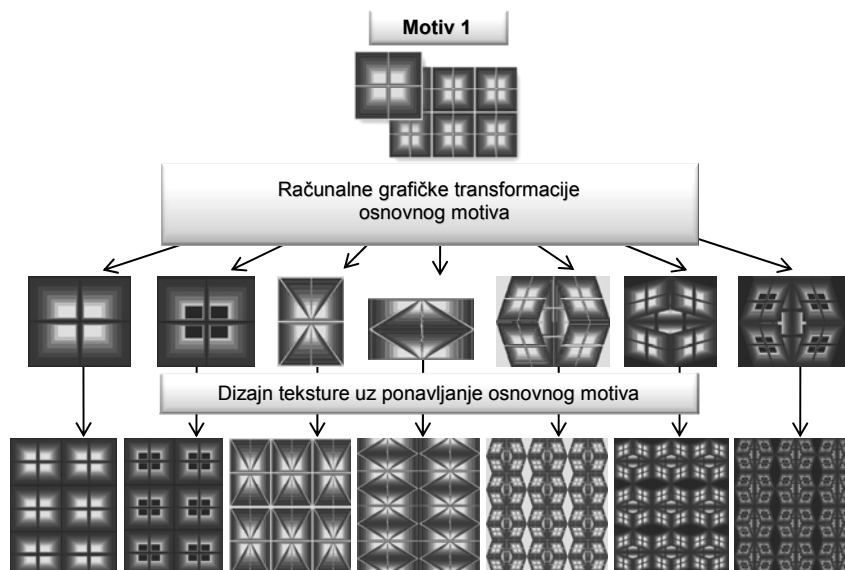
U drugom dijelu rada, provedena su istraživanja iz područja računalne konstrukcije i 3D simulacije odjeće, s ciljem razvoja parametarskog računalnog modela odjevnog predmeta, koji će u konačnici biti primjeren za računalnu prilagodbu po mjerama ispitanika različitih antropometrijskih obilježja tijela. U tom smislu, primjenom prethodno navedenog programskog paketa za 2D/3D konstrukciju i simulaciju odjeće te dodatno, programa za prilagodbu krojeva po mjerama, izveden je sustavni niz aktivnosti u smislu iznalaženja matematičkih izraza i cjelovite razrada modela muškog sakoa, s ciljem prevođenja kroja iz vektorskog u parametarski oblik zapisa, primjeren za računalnu prilagodbu prema individualnim mjerama.

2. Računalni 2D dizajn tekstila i odjeće

Projekt razvoja novog modela odjevnog predmeta započinje s razradom ideje dizajnera kroz likovni projekt. Osim s aspekta dizajna, likovni projekt za potrebe razrade modela za industrijsku proizvodnju podliježe određenim zakonitostima u smislu jasne i detaljne prezentacije ideje te uz poštivanje antropometrijskih načela. Dizajn tkanine, koje će se tiskati te primjenjivati za izradu odjeće, podrazumijeva u prvom redu dizajn motiva uzorka, koji se zatim dodatno obrađuje i postavlja u različite oblike raporta na tkanini, sl. 1. Pri dizajnu motiva potrebno je voditi računa o namjeni tekstilnog materijala, odnosno vrsti odjeće za koju će tkanina biti namijenjena. Za modnu odjeću, bitna je i dobna skupina potrošača.



Slika 1: Računalno dizajnirani motivi uzoraka za tisak na tkaninu



Slika 2: Različiti uzorci dizajna tkanine ostvareni grafičkim transformacijama jednog motiva

Mlađa adolescentska dob kod djevojaka podnosi široku paletu motiva uzoraka, dok su za žene u zrelijoj dobi primjereniji geometrijski oblici, ali i cvjetni, bilo da su oblikovani u klasičnoj ili stiliziranoj apstraktnoj formi. U tom smislu, početno su primjenom CAD sustava t.t. Lectra Systemes i programa PrimaVision dizajnirana tri različita motiva, prikazana na sl. 1.

Konačni oblik motiva postavlja se u ravni ili dijagonalni raport te se primjenom jednostavnih i složenih grafičkih transformacija [4] na temelju jednog motiva može ostvariti veliki broj različitih uzoraka dizajna tkanine. Dizajnirani uzorci mogu se na modelu odjevnog predmeta aplicirati na različite načine, ovisno o vrsti i modelu odjevnog predmeta te o antropometrijskim karakteristikama tijela za koje je model namijenjen. Na sl. 2 prikazani su dizajnirani uzorci, primjereni za tekstilni tisak, izvedeni grafičkim transformacijama temeljnog motiva.

Prilikom transformacija motiva za bordure, raport uzorka je potrebno prilagoditi trakastom obliku bordure. Ukoliko bordura nije ravna, nego krojena, uzorak je potrebno transformirati u zakrivljeni oblik i pritom prilagoditi obliku krojnog dijela na koji će se aplicirati. I u ovom slučaju, primjenjuju se složene grafičke transformacije [4] sa svrhom računalne prilagodbe uzorka. U završnoj fazi dizajna uzoraka potrebno je s aspekta kolorističkog pristupa definirati paletu boja, primjerenu motivu, modnom trendu te odjevnom predmetu na koji će se aplicirati. Odabir boje uzoraka također ovisi i o antropometrijskim karakteristikama tijela za koje je namijenjen odjevni predmet, a također i o prigodi za koju je namijenjen.

Primjenom istog CAD sustava i programskog paketa dizajnirana je i kolekcija ženskih haljina. Osnovna forma modela haljine razrađena je u varijacije, koje će se ispitivati s aspekta pristalosti odabranim tipovima tijela, različitog stasa i uzrasta. Svi modeli haljina su stoga početno dizajnirani na istom modelu tijela, odnosno modnom liku normalnih proporcija, sl. 3.



Slika 3: Računalni dizajn kolekcije ženskih cocktail haljina

Likovno projektiranje kolekcije odjeće temelji se na pravilima proporcija čovječjeg tijela i namjene tržištu. Likovni projekt odjeće mora biti konstrukcijski i tehnološki razumljiv, a uporabom slobodnog likovnog izraza privlačan promatraču. Modni lik u likovnom projektu je produljen u struku i udovima, ali ne odstupa od temeljnih proporcija ustroja čovječjeg tijela koja se nalaze u plastičnoj anatomiji čovjeka [5].

Za žene izrazito visokog rasta, a i one posve niskog rasta te dodatno punijeg stasa, u parksi se uglavnom ne projektiraju posebni programi odijevanja, što navedenim skupinama populacije često otežava nalaženje primjerenih odjevnih predmeta na tržištu. Upravo stoga, u okviru ovog rada je provedeno istraživanje pristalosti dizajna odjeće za osobe kod kojih je prisutno odstupanje od normalnih proporcija tijela.

3. Razvoj kolekcije ženske odjeće za različite stasove i uzraste primjenom 2D/3D CAD sustava

U narednom koraku su odbrane ciljane odjevne veličine iz hrvatskog nacionalnog sustava odjevnih veličina za označavanje ženske gornje odjeće, na kojima je izvedeno ispitivanje pristalosti dizajniranih modela. Cjelovita razrada je izvedena primjenom 2D/3D CAD sustava i programskih paketa namijenjenih interaktivnom konstruiranju i modeliranju 2D krojeva i 3D simulaciji i vizualizaciji modela odjevnih predmeta, uz aplikaciju uzoraka, tekstura i boja tkanina i šavova.

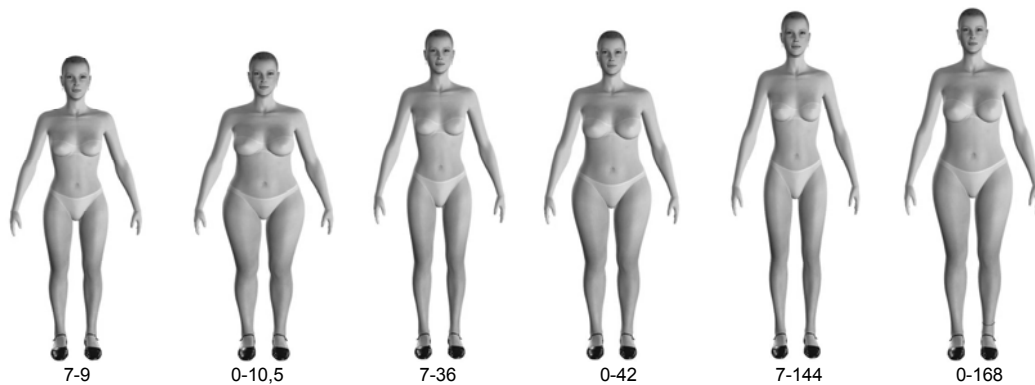
3.1 Prilagodba 3D modela ženskog tijela za set odjevnih veličina prema stasu i uzrastu

Odabran je set od po dvije veličine za tri skupine uzrasta (vrlo niski, normalni i vrlo visoki uzrast) te unutar svake od te tri skupine po dvije odjevne veličine (za vitki, normalni i puniji stas). Za odabrane odjevne veličine, utvrđene su glavne tjelesne mjere, tab. 1.

Tablica 1: Odbrane odjevne veličine ženske gornje odjeće i glavne tjelesne mjere

	Vitki stas	Puniji stas	Tjelesna visina
Oznake veličina za vrlo niski uzrast	7-9	0-10,5	152
Oznake veličina za normalni uzrast	7-36	0-42	164
Oznake veličina za vrlo visoki uzrast	7-144	0-168	176
Opseg grudi	84	96	
Opseg struka	60	78	
Opseg bokova	88	110	

Primjenom CAD sustava t.t. Optitex, izvedena je računalna prilagodba avatara, odnosno parametarskog modela ženskog tijela za svaku od odabranih odjevnih veličina, sl. 4. Na taj način ostvarena je i jasna vizualizacija figure tijela za pojedini stas i uzrast.



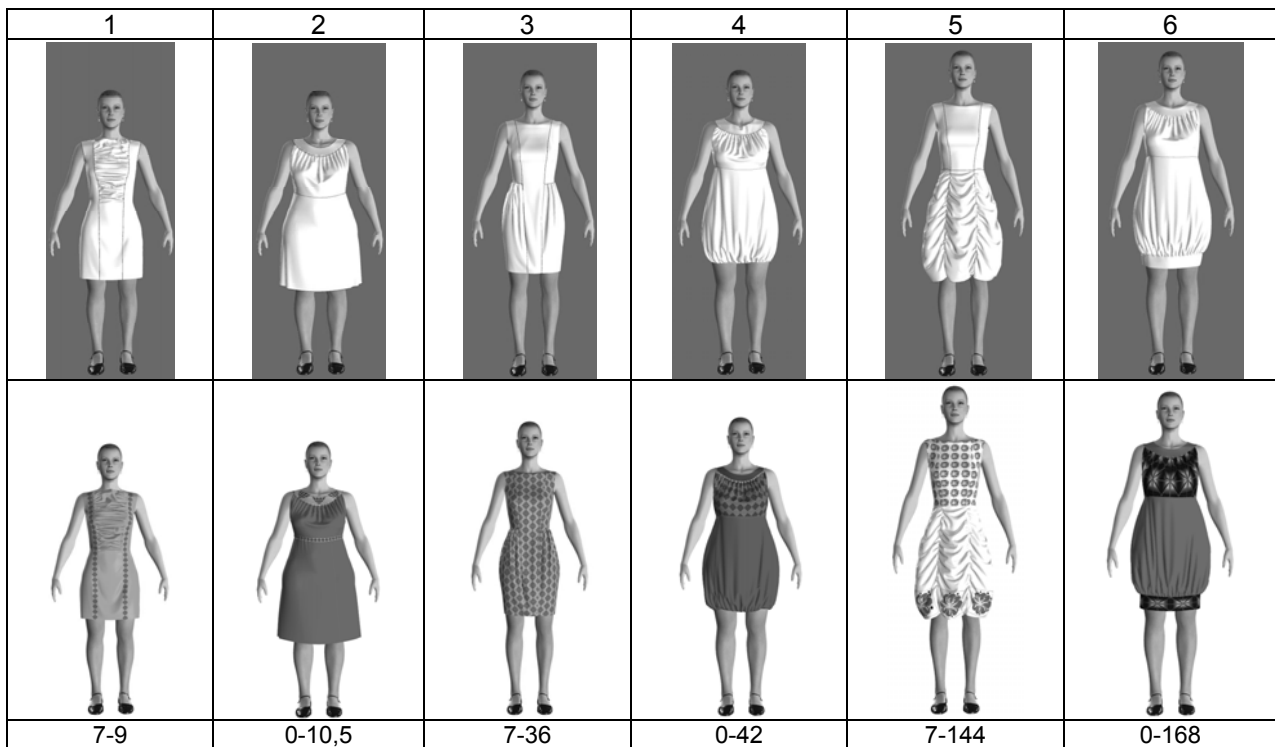
Slika 4: Parametarski modeli tijela prilagođeni za odabrane odjevne veličine

3.2 2D/3D konstrukcija, simulacija i vizualizacija kolekcije ženske odjeće primjerene različitim stasovima i uzrastima

U narednom koraku proveden je sustavni niz aktivnosti, pri čemu je početno izvedena konstrukcija dvodimenzionalnog temeljnog kroja ženske haljine za odjevnu veličinu 40, primjenom CAD sustava t.t. Optitex i 2D/3D računalnih programa, namijenjenih konstrukcijskoj pripremi odjevne industrije. Kroj je dalje modeliran za osam varijacija modela ženskih haljina prikazanih na sl. 3. Krojni dijelovi su počeno gradirani za set veličina od 36 do 42 te dodatno za po dvije odabrane veličine vrlo niskog i vrlo visokog uzrasta, tab. 1. Gradiranje krojnih dijelova za sve odabrane veličine, pretpostavka je za simulaciju modela haljina na prilagođenim avatarima ženskog tijela, u odabranim odjevnim veličinama. Prilagodnom računalnih modela tijela za odabrani set odjevnih veličina, računalnom razradom krojnih dijelova te utvrđivanjem svih parametara simulacije, stvoreni su preduvjeti za izvođenje računalnih simulacija modela odjevnih predmeta. U tu svrhu korišten je također CAD sustav t.t. Optitex te paralelno rad u programu *PDS – Pattern Design System* u kojem su prethodno konstruirani, modelirani i gradirani 2D krojevi te rad u programu *3D Runway* koji omogućuje simulaciju spajanja 2D krojnih dijelova i realističan prikaz virtualne odjeće na parametarskom računalnom modelu ljudskog tijela [6]. Testiranje pristalosti kroja izvedeno je nizom složenih simulacija na računalnom modelu tijela, za odabranu odjevnu veličinu. Kako bi vizualizacija 3D modela odjevnog predmeta bila što realnija, sustav za 3D simulaciju odjeće omogućuje definiranje parametara materijala, prethodno određenih pomoću sustava za objektivno vrednovanje mehaničkih svojstava materijala [7], relevantnih za krajnji ishod simulacije. U okviru provedenog istraživanja korišteni su parametri iz baze materijala koja je sastavni dio sustava, a utjecaj materijala različitih mehaničkih svojstava na ishod simulacije prikazanih modela odjevnih predmeta, biti će predmet narednih istraživanja.

Simulacija je izvedena aplikacijom svih osam modela haljina, na svakom od šest modela tijela, prethodno prilagođenih za odabrane odjevne veličine, navedene u tab.1. Na taj način, izvedene su ukupno 48 simulacija modela haljina. Vizualizacijom svakog modela haljine, na svakom modelu tijela, analizirana je pristalost pojedinog modela na tijelu pojedine odjevne veličine s aspekta pristalosti kroja i aplikacije uzoraka i boja. Pri tome je s aspekta pristalosti kroja analiziran utjecaj okomitih i poprečnih rezanja te nabora na modelima haljina, u odnosu na oblik tijela i potrebu da se kod niskog uzrasta i punijeg stasa postigne

vizualna korekcija tijela u smislu izduženosti figure, a kod vrlo visokog uzrasta i vitkog stasa u smislu stjecanja vizualnog širenja figure i smanjenja visine. Posebno su analizirani nabori u smislu isticanja pojedinih dijelova tijela, ali također i prikriivanja nedostataka na tijelu. Nadalje, u istom smislu analiziran je utjecaj aplikacije uzoraka različitih motiva, veličine i boja na dijelove kroja, na ukupan vizualni dojam. Nakon sveobuhvatne i cjelovite analize, provedena je selekcije modela te su modeli koji su s aspekta pristalosti kroja procijenjeni kao najprimjereniji za pojedini tip tijela, odnosno pojedinu odjevnu veličinu kao na sl. 5.



Slika 5: Modeli haljina primjerene pristalosti s aspekta modeliranja kroja i aplikacije uzoraka za odabrane odjevne veličine

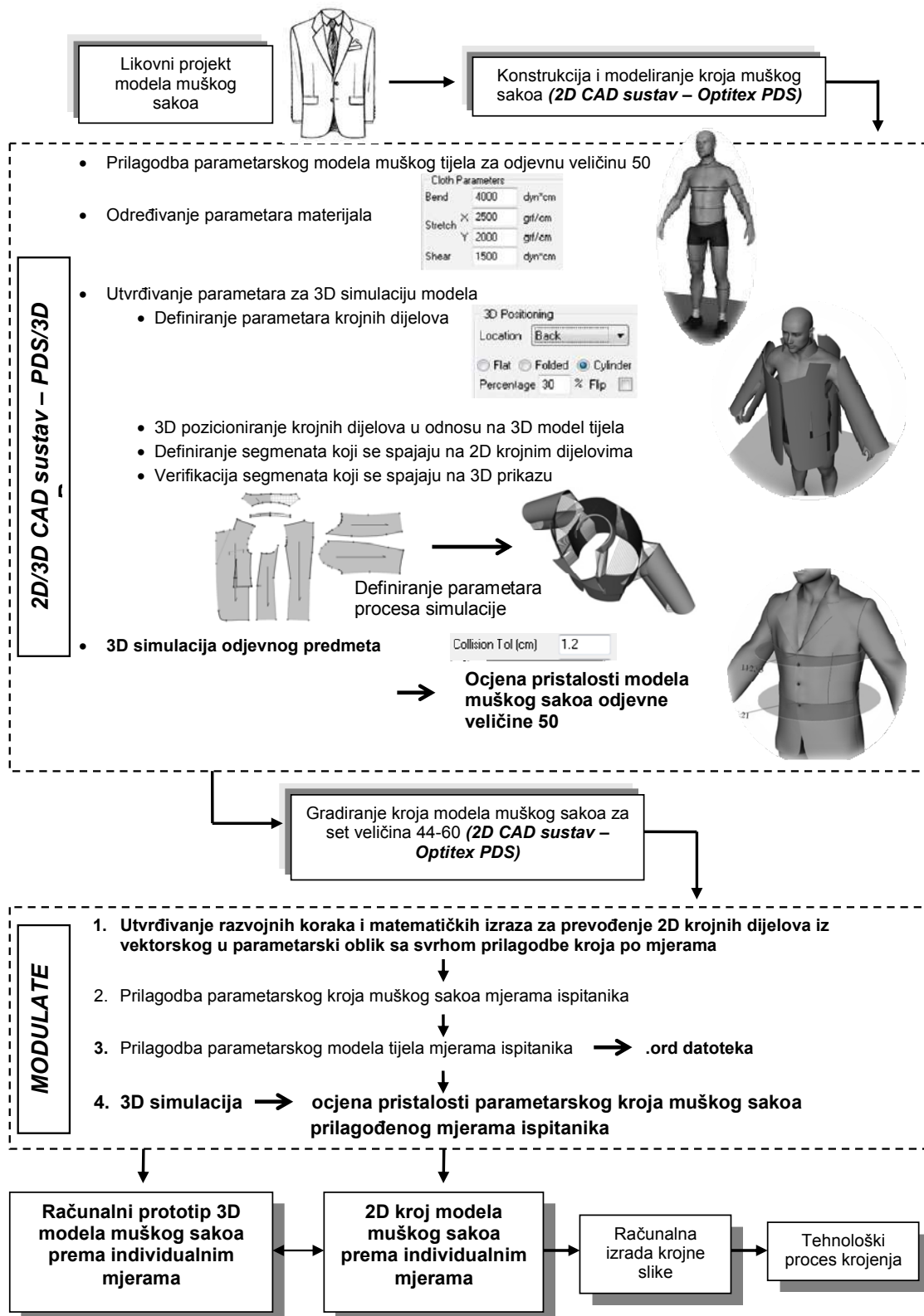
4. Razvoj računalnog parametarskog modela muškog sakoa za prilagodbu prema individualnim mjerama

Transformacije krojnih dijelova primjenom konvencionalnih 2D CAD sustava izvode se transformacijama pojedinih točaka segmenata kontura krojnih dijelova. Pri tome, izvođenje transformacija jednog krojnog dijela nije u ovisnosti s drugim krojnim dijelom, te se stoga pri računalnoj obradi krojnih dijelova svaki krojni dio treba zasebno tretirati. Primjena inovativnog 2D/3D CAD sustava namijenjenog 2D/3D konstrukciji i simulaciji odjeće omogućuje izvođenje istovremenih modifikacija na više krojnih dijelova, što je najznačajnije za prilagodbu krojeva po mjerama, ali korisnik prethodno treba za to utvrditi razvojne korake kroz koje će se omogućiti postupno prevođenje krojnih dijelova iz vektorskog u parametarski oblik zapisa [8]. U nastavku rada prikazan je razvoj računalnog parametarskog modela muškog sakoa, kroz sustavno istraživanje i povezivanje inovativnih računalnih tehnologija, temeljeno na primjeni znanstvenih spoznaja i njihovoj aplikaciji u procesu konstrukcijske pripreme za odjeću po mjeri. Cjelovit plana rada po segmentima koje je bilo potrebno istražiti i utvrditi prikazan je na sl. 6. Pri tome se razvojni koraci koji se izvode u okviru rada u 2D/3D CAD sustavu definiraju i izvode na analogni način, kao i kod prethodno opisanog primjera razvoja kolekcije ženskih haljina. Stoga će se u nastavku rada detaljnije prikazati razvojni koraci koji se odnose na daljnju razradu koja podrazumijeva utvrđivanje razvojnih koraka i matematičkih izraza za prevođenje 2D krojnih dijelova iz vektorskog u parametarski oblik, sa svrhom prilagodbe kroja prema individualnim mjerama.

4.1 Gradiranje 2D kroja muškog sakoa i računalna prilagodba modela tijela normalnog stasa za odabrani raspon veličina

S obzirom da se kod računalne prilagodbe krojeva izvodi dodatna prilagodba najbliže odjevne veličine prema mjerama osobe, potrebno je gradirati kroj koji je za temeljnu veličinu prethodno razvijen i testiran na računalnom parametarskom modelu tijela u 2D/3D CAD sustavu, sl. 6. Gradiranje kroja izvedeno je prema prethodno utvrđenim pravilima gradiranja za raspon veličina od 44 do 60, za normalni stas i uzrast tijela. Sa

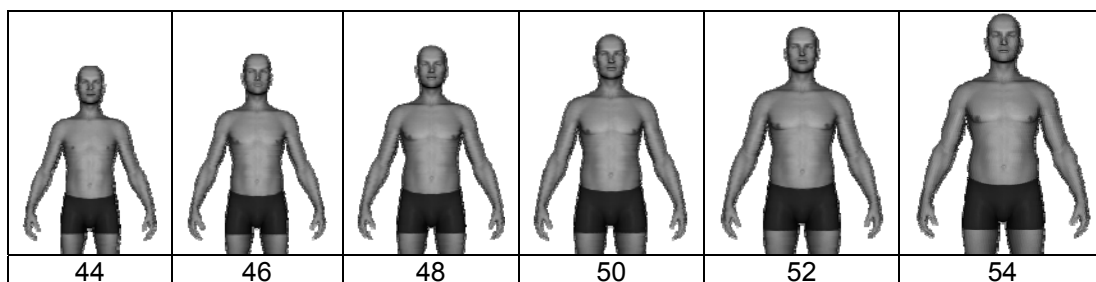
svrhom verifikacije gradiranja, početno je izvedena računalna prilagodba parametarskog modela tijela prema tjelesnim mjerama za odabrani raspon gradiranih veličina, od kojih je dio prikazana na sl. 7.



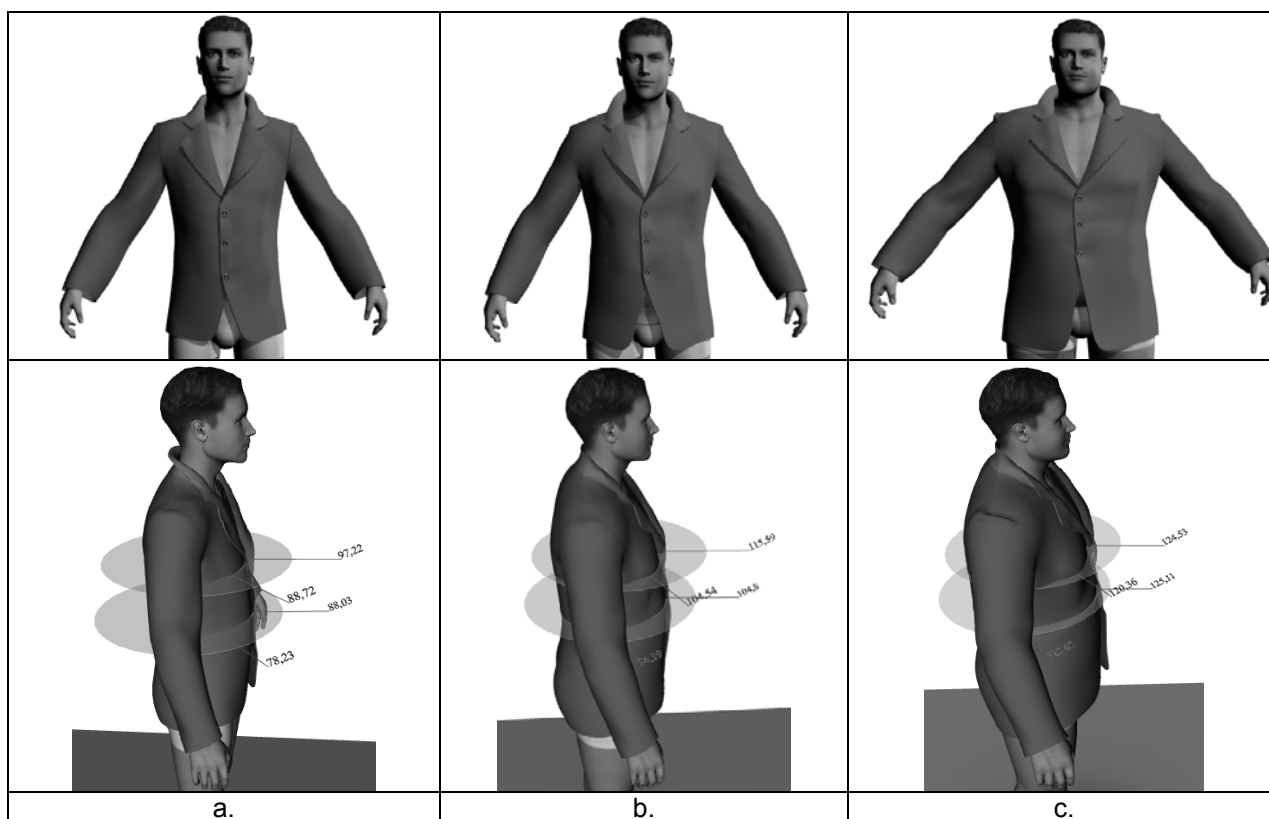
Slika 6: Plan rada po segmentima razvoja računalnog parametarskog modela muškog sakoa

Parametarski model tijela omogućuje interaktivnu prilagodbu tjelesnih mjera što korisniku omogućuje simulaciju i vizualizaciju odjavnog predmeta na modelu tijela bilo koje veličine i građe te ocjenu pristalosti modela na tijelu pojedine odjevne veličine. Većina postojećih računalnih programa namijenjenih 3D prikazu virtualne odjeće koristi kao podlogu parametarske modele ljudskog tijela s različitim brojem tjelesnih mjera, koje se mogu interaktivno mijenjati. Za potrebe verifikacije gradiranih krojeva muškog sakoa,

parametarski modeli tijela su prilagođeni u glavnim tjelesnim mjerama (Tv, Og, Os, Ob) te na duljini leđa, dok su se ostale mjere na tijelu prilagodile u korelaciji s promjenama glavnih tjelesnih mjera. Nadalje, definirani su svi potrebni parametri krojnih dijelova i simulacije te je provedena 3D simulacija gradiranih krojeva muškog sako sa svrhom verifikacije istih. Rezultati simulacije i verifikacija gradiranja kroja muškog sako, analizom pristalosti na vizualiziranim modelima graničnih veličina (44, 52 i 60) prikazani su na sl. 8.



Slika 7: Parametarski modeli tijela prilagođeni za odabrane odjevne veličine



Slika 8: Verifikacija gradiranja kroja muškog sako analizom pristalosti na vizualiziranim 3D modelima; a) za veličinu 44, b) za veličinu 52, c) za veličinu 60

Uspješno provedeni svi prethodni razvojni koraci te verifikacija pristalosti kroja na gradiranim odjevnim veličinama, pretpostavka su za daljnju razradu kroja sa svrhom računalne prilagodbe individualnim mjerama, što je prikazano u nastavku rada.

4.2 Razvojni koraci za prilagodbu krojeva

Kao baza za definiranje segmenata krojnih dijelova na kojima će se izvoditi promjene, potrebno je temeljito poznavanje zakonitosti i pravila konvencionalne konstrukcije odjeće, antropometrijskih odnosa pojedinih dijelova ljudskog tijela te odstupanja od normalnih proporcija tijela. U tom smislu, definiranje segmenata krojnih dijelova na kojima će se izvoditi promjene ovisi o modelu odjevnog predmeta. Kako bi se krojni dijelovi bilo koje od gradiranih odjevnih veličina mogli računalno prilagođavati individualnim mjerama pojedine osobe, potrebno je sačiniti sveobuhvatnu analizu kroja modela odjevnog predmeta te na temelju zakonitosti konvencionalne konstrukcije odjeće i iskustvenog faktora u konstrukciji odjeće po mjeri, predvidjeti segmente na krojnim dijelovima na kojima je potrebno omogućiti dodatnu prilagodbu. U skladu s

time, potrebno je provesti sustavnu razradu kroja s ciljem prevođenja krojnih dijelova u parametarski oblik zapisa, primjeren za naknadnu prilagodbu krojeva, pri čemu se definiraju promjene na ciljano odabranim segmentima i odnosi promjena korespodentnih segmenata i mjera na krojnim dijelovima.

U tom smislu, početno je na svim krojnim dijelovima potrebno odrediti pozicije fiksnih točaka, pomoću kojih će se svaki pojedini krojni dio fiksirati u odabranoj točki. Pozicije fiksnih točaka mogu se postaviti u ishodišta gradiranja krojnih dijelova. Također, na svim krojnim dijelovima potrebno je odrediti okomite i vodoravne osi, pri čemu se na svaki krojni dio postavlja jedna okomita os kroz fiksnu točku, kao proporcionalna os u odnosu na koju će se u kasnijoj fazi izvoditi modifikacije širenja ili sužavanja krojnog dijela za određeni koeficijent proporcionalnosti. Vodoravne osi se postavljaju na krojnim dijelovima na karakterističnim linijama kao što je na primjer linija opsega grudi, opsega struka, opsega bokova, na duljini kroja i sl. prema potrebi, ovisno o kroju modela. Vodoravne osi vežu se za točke segmenta kroz koje prolaze. Na taj način u uzajamnu ovisnost se dovode vodoravne osi, točke kroz koje prolaze i segmenti točaka. Nakon određivanja osi, na krojnim dijelovima se definiraju okomite, vodoravne, dijagonalne i mjere na krivuljama. Vodoravne mjere se uobičajeno postavljaju između točaka kroz koje prolaze prethodno definirane vodoravne osi i povezuju s točkama. Promjena vrijednosti postavljene mjere utječe i na istovremene promjene vezanih segmenata krojnog dijela. Na sličan način postavljaju se i okomite i dijagonalne mjere, a mjere na krivuljama su najčešće u ovisnosti o prethodno postavljenim vodoravnim i okomitim mjerama. Na opisan način krojni dio se prevodi u parametarski oblik, koji se može testirati interaktivnim pomicanjem segmenta koji je definiran određenom mjerom.

Postavljanje mjera na krojne dijelove je specifično za svaki odjevni predmet i u direktnoj ovisnosti o pravilima konvencionalne konstrukcije pojedinog odjavnog predmeta. Ovisno o kompleksnosti kroja, potrebno je definirati manji broj osi i mjera na jednostavnijim krojevima, a kod složenijih odjavnih predmeta broj mjera je znatno veći. Osi i mjere postavljaju se na polovini krojnih dijelova za koje je prethodno definirano da su u paru. Svako postavljenoj mjeri potrebno je odrediti ime, a pri tome se mjere kod kojih se žele postići istovremene jednake promjene vrijednosti, na različitim krojnim dijelovima, imenuju na isti način. Time se omogućuje istovremena modifikacija svih vezanih segmenata konture kroja. Drugi način postavljanja veze između odabranih mjera na krojnim dijelovima može se postići utvrđivanjem matematičkog izraza pomoću kojeg će se izračunati odnos između mjera.

Na opisan način, izvedena je cjelovita razrada na krojnim dijelovima modela muškog sakoa u programu Modulate, te je u narednom koraku potrebno za ciljano odabrane glavne tjelesne mjere utvrditi matematičke izraze, na temelju kojih će se izvoditi preračunavanje određenih setova prethodno definiranih mjera s ciljem postizanja točno određene vrijednosti određene mjere.

4.3 Utvrđivanje matematičkih izraza za povezivanje setova mjera na krojnim dijelovima

Složeniji dio istraživanja predstavlja iznalaženje matematičkih izraza, koje je potrebno odrediti za izračunavanje promjena dimenzija pojedinih segmenata svakog krojnog dijela, pri čemu je potrebno osigurati da se pri modifikaciji pojedinačnog krojnog dijela, svi korespodentni krojni dijelovi mijenjaju za isti iznos promjene ili za određeni koeficijent proporcionalnosti. Za potrebe iznalaženja matematičkih izraza, prethodno je definiran veći broj mjera na krojnim dijelovima. Pri tome je, na primjer za definiranje mjere opsega na liniji grudi ili struka, potrebno zbrojiti nekoliko vrijednosti pojedinačno postavljenih mjera na kroju. Dodatno je potrebno predvidjeti i odrediti koeficijente prema kojim će se odrediti postotni udio pojedine mjere u ukupnom opsegu, pri izvođenju kasnije prilagodbe. Sagledavanjem svih navedenih utjecaja i vrijednosti pojedinih parametara, definirani su matematički izrazi za preračunavanje vrijednosti pojedinih mjera na krojnim dijelovima, prema odabranoj glavnoj tjelesnoj mjeri, u ovom slučaju prema opsegu grudi. Vrijednosti svih utvrđenih mjera na linijama grudi i struka za dio gradiranih veličina, prikazane su u tab. 2. do tab. 4.

Tablica 2: Iznosi segmenata na kroju i njihovi udjeli u ukupnoj mjeri opsega grudi

Odj. vel.	Šg [cm]	% opsega	Š _{op} [cm]	% opsega	Š _o [cm]	% opsega	Š _l [cm]	% opsega	Σ%	1/2 Og [cm]	Og (kroj)	Og (tijelo)	komocija
44	21.98	42.15	2.71	5.19	10.51	20.15	16.94	32.48	100	52.14	104.28	88	16.28
46	22.78	41.99	2.71	4.99	11.01	20.29	17.75	32.71	100	54.25	108.50	92	16.50
48	23.58	41.83	2.71	4.80	11.51	20.42	18.56	32.93	100	56.36	112.72	96	16.72
50	24.38	41.68	2.71	4.63	12.01	20.53	19.38	33.13	100	58.48	116.96	100	16.96
52	25.18	41.55	2.71	4.47	12.51	20.64	20.19	33.32	100	60.59	121.18	104	17.18

Tablica 3: Iznosi koeficijenata komocije na liniji opsega grudi za set veličina

Odj. vel.	Og (kroj)	Og (tijelo)	komocija	koeficijent komocije
44	104.28	88	16.3	0.84
46	108.50	92	16.5	0.85
48	112.72	96	16.7	0.85
50	116.96	100	16.9	0.85
52	121.18	104	17.2	0.85

Na temelju vrijednosti prikazanih u tab. 2 utvrđen je matematički izraz za izračun opsega sakoa na liniji grudi sa dodanom komocijom (vel. 50):

$$O.GRUDI\ 1 = (\dot{S}g + \dot{S}o_p + \dot{S}o + \dot{S}l) \times 2 = (24.38 + 2.71 + 12.01 + 19.38) \times 2 = 116.96 \quad (1)$$

S obzirom da glavna tjelesna mjera opsega grudi za vel. 50 iznosi 100 cm, potrebno je matematički izraz prilagoditi tako da se izračunata vrijednost umanjuje za iznos komocije tijela kako bi konačni iznos mjere bio 100 cm, te dodatno pomnožiti sa koeficijentom dodatka za komociju kako bi se kroj na liniji grudi mogao prilagođavati različitim vrijednostima opsega:

$$O.GRUDI = O.GRUDI\ 1 \times \text{koeficijent komocije} = 116.96 \times 0.855 = 100.00 \quad (2)$$

Na sličan način izvedeno je izračunavanje svih potrebnih vrijednosti mjera na liniji opsega struka, što je prikazano u tab. 4.

Tablica 4: Iznosi segmenata na kroju i njihovi udjeli u ukupnoj mjeri opsega struka

Odj. vel.	ps1 [cm]	% opsega	ps2 [cm]	% opsega	bs [cm]	% opsega	ss [cm]	% opsega	$\Sigma\%$	1/2 Os	Os	Os (tijelo)	komocija
44	12.97	28.58	9.07	19.98	10.55	23.24	12.79	28.18	100	45.38	90.76	78	12.76
46	13.37	28.15	9.47	19.94	11.05	23.27	13.59	28.62	100	47.48	94.96	82	12.96
48	13.77	27.77	9.87	19.90	11.55	23.29	14.39	29.02	100	49.58	99.16	86	13.16
50	14.17	27.41	10.27	19.87	12.05	23.31	15.19	29.39	100	51.68	103.36	90	13.36
52	14.57	27.09	10.67	19.84	12.55	23.33	15.99	29.73	100	53.78	107.56	94	13.56

Analogno prethodno opisanom definiranju matematičkih izraza za izračun opsega sakoa na liniji grudi, utvrđeni su i sljedeći izrazi za izračun opsega sakoa na liniji opsega struka (vel. 50):

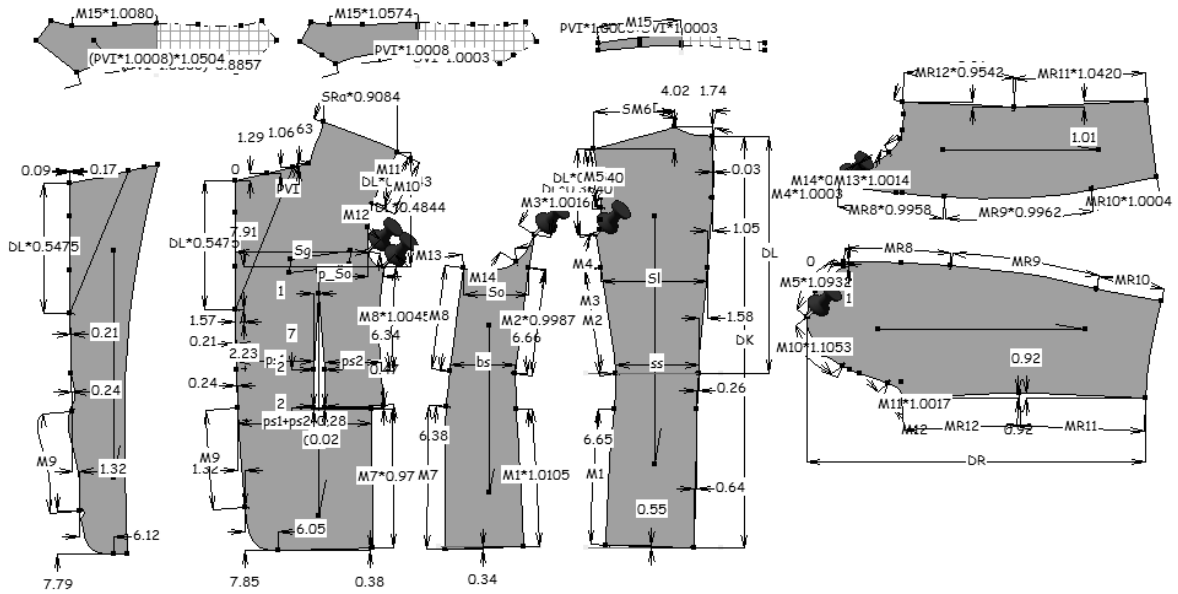
$$O.STRUK\ 1 = (ps1 + ps2 + bs + ss) \times 2 = (14.17 + 10.27 + 12.05 + 15.19) \times 2 = 103.36 \quad (3)$$

$$O.STRUK = O.STRUK\ 1 \times \text{koeficijent komocije} = 103.36 \times 0.87 = 89.92 \quad (4)$$

Aplikacijom postavljenih matematičkih izraza u računalnom programu te definiranjem dodatnih elemenata pripreme krojeva, krojni dijelovi prevode se iz vektorskog zapisa, uobičajenog za konvencionalne CAD sustave, u parametarski oblik koji omogućuje izvođenje istovremenih promjena na više korespondentnih segmenata krojnih dijelova.

Tako pripremljen kroj modela odjevnog predmeta prikazan je na sl. 9. i u sljedećem koraku testiran je na računalnim modelima tijela različitih antropometrijskih mjera, kroz računalnu prilagodbu kroja mjerama tijela i izvođenje simulacija.

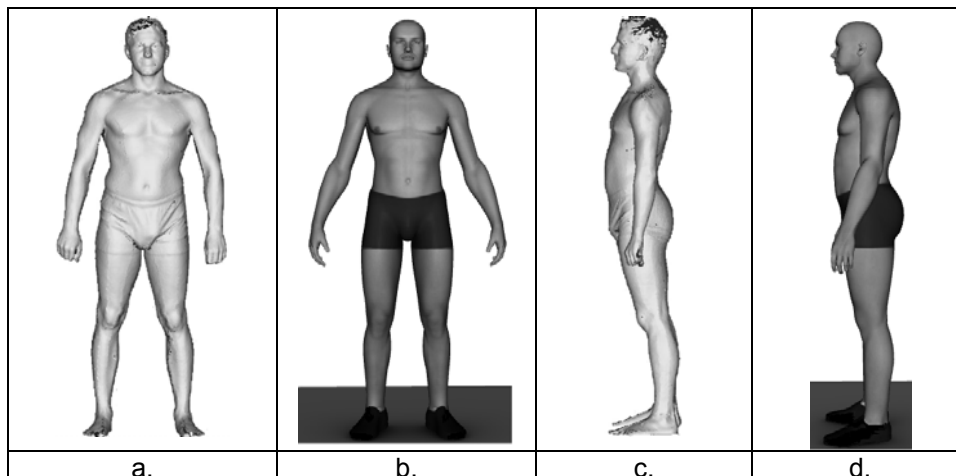
U tu svrhu, prethodno je primjenom 3D skenera tijela izvedeno računalno utvrđivanje mjera za više ispitanika, a u nastavku rada je prikazana prilagodba jednog računalnog parametarskog modela tijela, koji je korišten za simulaciju.



Slika 9: Razvijeni parametarski kroj muškog sakoa

4.4 Računalna prilagodba modela tijela prema individualnim mjerama

Primjenom laserskog 3D skenera tijela Vitus Smart i pratećeg računalnog programa ScanWorx V 2.7.2. izvedeno je skeniranje, računalna analiza i antropometrijsko mjerenje tijela muškog ispitanika. Na temelju utvrđenih rezultata mjerenja, odabran je set od 22 tjelesne mjere te je generirana datoteka u formatu zapisa primjerenom za unos podataka o mjerama u program Modulate. U programu je početno izvedena prilagodba držanja parametarskog modela tijela, prema izvedenoj analizi držanja tijela modela utvrđenog skeniranjem. Nakon toga, učitavanjem datoteke s mjerama, izvedena je automatska prilagodba mjera parametarskog modela tijela, sl. 10. Na taj način, prilagodba parametarskog modela tijela prema modelu tijela utvrđenom skeniranjem izvedena je znatno preciznije i brže u odnosu na interaktivnu prilagodbu modela, postupnim izmjenama i prilagođavanjima mjera. Pri tome je parametarski model tijela prilagođen u sljedećim mjerama: tjelesna visina, visina sedmog vratnog kralješka, visina podprsnog opsega, bočni šav do struka, duljina koraka, visina koljena, širina ramena, donji opseg vrata, srednji opseg vrata, opseg grudi, podprсни opseg, opseg struka, opseg bokova, opseg visokog boka, opseg bedra, opseg koljena, opseg lista, opseg gležnja, opseg donjeg bicepsa, opseg gornjeg bicepsa i opseg zapešća.



Slika 10: Računalni model muškog tijela utvrđen 3D skeniranjem (a i c) i prilagođeni parametarski model tijela (b i d)

Unosom vrijednosti mjera prema prethodno utvrđenim matematičkim izrazima te mjera koje se određuju direktno na tijelu ili kroju u program, u završnoj fazi se izvodi postupna, interaktivna prilagodba kroja prema mjerama pojedine osobe. Verifikacija prilagođenog kroja za pojedinu osobu izvodi se postupkom simulacije uz definiranje svih potrebnih parametara, prema prethodno opisanoj proceduri, sl. 6. Sa svrhom procjene pristalosti, dodatno je izvedena i analiza komocije kroja, računalnim presijecanjem vizualiziranog 3D modela

tijela i odjevnog predmeta pomoću poprečnih ravnina. Pri tome su određene vrijednosti oba opsega i iz razlike vrijednosti je određena komocija kroja. Također, interaktivnim mjerenjem duljina segmenata 3D modela odjevnog predmeta izvedena je i kontrola karakterističnih duljina na modelu. Za postizanje realističnog prikaza modela odjevnog predmeta, dodatno je izvedena aplikacija teksture i detalja na površine krojnih dijelova.



Slika 11: Verifikacija parametarskog modela muškog sako vizualizacijom na 3D modelu tijela prilagođenom prema individualnim mjerama

5. Zaključak

Primjena CAD sustava namijenjenog računalnom dizajnu tekstila i odjeće značajno ubrzava i olakšava razradu uzoraka, posebno u smislu modifikacija motiva uzoraka primjenom jednostavnih i složenih grafičkih transformacija. Primjerenost dizajna odjeće s aspekta pristalosti odjevnog predmeta na ženskom tijelu određenog stasa i uzrasta, od velike je važnosti za kupce. Međutim, pri dizajniranju kolekcija odjevnih predmeta i konstrukciji krojeva u industriji, oni se prilagođavaju različitim stasovima i uzrastima tijela s aspekta gradiranja krojeva, ali nedostatna je prilagodba s aspekta dizajna te poglavito aplikacije uzoraka materijala. Stoga su u ovom radu prikazani rezultati istraživanja, provedenog sa svrhom dizajniranja kolekcije ženskih haljina, primjernih s aspekta kroja i apliciranih uzoraka za ženske osobe različitih stasova i uzrasta. Pri tom je posebna pozornost dana analizi vrlo niskog i vrlo visokog uzrasta žena te punijeg stasa, kao tipovima tijela na kojima se putem primjerene odjeće može postići vizualna korekcija izgleda tijela. U tom smislu, dizajner odjeće treba imati jasnu vizualizaciju antropometrijskih karakteristika tijela te znati kako

specifičnim modifikacijama kroja te ciljanom aplikacijom uzorka na kroju, može utjecati na postizanje primjerenog izgleda figure tijela.

Pri tome, kao prednost korištenja 2D/3D CAD sustava može se istaknuti mogućnost vizualizacije modeliranog kroja na 3D modelu tijela prilagođenog antropometrijskim karakteristikama tijela određene odjevne veličine ili prema individualnim mjerama tijela. Na taj način model odjevnog predmeta se može analizirati i modificirati s aspekta dizajna te s aspekta konstrukcije, modeliranja i gradiranja kroja, bez izrade realnog prototipa odjevnog predmeta, pri čemu se ostvaruje znatna ušteda vremena, materijala i svih ostalih troškova koji proizlaze iz realnih uvjeta proizvodnje. Uočeni nedostaci na simuliranom modelu odjevnog predmeta s aspekta konstrukcije, mogu se korigirati na 2D krojnim djelovima izmjenom vrijednosti potrebnih mjera, te postupkom ponovne simulacije verificirati kroj.

Prikazani razvoj računalnog parametarskog modela odjevnog predmeta na primjeru muškog sakoa za prilagodbu prema individualnim mjerama, uz povezivanje sa 3D skenerom za određivanje antropometrijskih karakteristika tijela, predstavlja koncept prilagodbe krojeva prema individualnim mjerama za industrijske uvjete proizvodnje. S obzirom na različitosti u modelima odjeće, ne postoji jednostavno pravilo koje bi se moglo primijeniti na svaki model, već je potrebno svaki kroj analizirati zasebno. Upravo iz tog razloga, određivanje mjera koje će se na kroju mijenjati i iznalaženje matematičkih izraza za izračunavanje tih promjena, predstavlja najteži dio pripreme krojeva za kasniju prilagodbu prema mjerama. Ocjena pristalosti je ujedno i verifikacija uspješnosti cjelovitog procesa, a poglavito opsežne pripreme krojnih dijelova u programu Modulate i postavljenih matematičkih izraza.

Prikazani koncept predstavlja kompleksan proces razvoja modela odjevnog predmeta, od početne ideje prikazane kroz likovni projekt modela, do faze same proizvodnje. Uporaba inovativnih tehnologija u velikoj mjeri pomaže u realizaciji i postizanju kvalitetnih rezultata kroz sve prikazane faze razvoja, međutim zahtijeva aplikaciju novih znanja, temeljenih na znanstveno-istraživačkim spoznajama, kontinuiranom radu i kreativnom pristupu te sustavnom povezivanje znanja iz različitih područja. Stoga je nužno, za potrebe razvoja ovog područja koje predstavlja jedan od mogućih pravaca razvoja odjevne industrije u Republici Hrvatskoj, educirati visokostručne kadrove koji će moći uspješno implementirati stečena znanja u razvoj novih metoda i postupaka. Također u uvjetima poslovanja proizvođača odjeće na daljinu te prodaje odjevnih predmeta putem Interneta, računalni dizajn tekstila i odjeće te primjena suvremenih 2D/3D CAD sustava, postao je jedan od nezaobilaznih čimbenika uspješnog poslovanja.

Literatura

- [1] Lee, S. E., C. Chen, J. C.: Mass-customization, Methodology for an Apparel Industry with a Future, Journal of Industrial Technology, Vol. 16, November 1999 to January 2000, No. 1, Dostupan na: <http://nait.org/jit/Articles/lee1222.pdf>, Pristupljeno: [12. 09. 2011.]
- [2] Petrak, S., D. Rogale: Systematic Representation and Application of a 3D computer-Aided Garment Construction Method, Part I 3D garment basic cut construction on a virtual body model, International Journal of Clothing Science and Technology, 18, 3 (2006) 179-187, ISSN 0955-6222
- [3] Petrak, S. et. al.: Computer Design of Textile and Clothing Collection - Assumption of Contemporary Remote Business, Book of Proceedings of 11th World Textile Conference Autex 2011, pp.1162-1168, ISBN 978-2-7466-2858-8, Mulhouse, France; Ecole Nationale Supérieure d'Ingenieurs Sud-Alace, June 8th to 10th 2011.
- [4] Foley V. D., Feiner, H., "Computer Graphics, Principles and Practice", Second Edition, Addison-Wesley, Workingham, (1990)
- [5] Vinković M.: Likovno projektiranje odjeće I., Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, (1999)
- [6] Petrak S. „et al.“: Garments prototype development using an innovative computer technology, "Proceedings of 5th International Textile, Clothing & Design Conference –ITC&DC 2010-"Magic World of Textiles", pp. 488-493, Dubrovnik, Croatia, (2008)
- [7] Geršak J.: Mehanske in fizikalne lasnosti tekstilnih materialov, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo – založništvo, Maribor, (2006)
- [8] Mihajlović, Ž.: Računalna grafika, Dostupno na: <http://www.zemris.fer.hr/predmeti/rg/>, Pristupljeno: [11. 09. 2011.]

NOVOSTI NA PODRUČJU PREDENJA, NETKANOG TEKSTILA I PLETENJA

NOVELTIES IN THE FIELD OF SPINNING, NONWOVENS AND KNITTING

Zenun SKENDERI & Zlatko VRLJIČAK

Sažetak: *Dat je pregled novina koje su se u posljednje vrijeme pojavile na tehnologijama predenja vlasastih vlakana i netkanog tekstila, te pregled proizvodnje i potrošnje tekstilnih vlakana u svijetu. Također je analizirana isporuka kružnopletaćih strojeva na globalnoj razini. Značajna je pojava višefunkcionalnosti i kompaktnosti strojeva pripreme vlakana, osiguranje kvalitete proizvoda i veći proizvodni učinci strojeva, naročito rotorskih i aerodnimačkih predilica. Uvođenje kontrolnih sustava na strojevima prati se u potpunosti kvaliteta pramena u realnom vremenu, detektiraju elementi stroja koji uzrokuju greške na pramenu, a sve uz vizualizaciju stroja na ekranu računala. Na području netkanog tekstila izrazitiji je interes na učvršćenju runa vodenim mlazom. Jasno je vidljiv porast globalne potrošnje vlakana po stanovniku, i porast potrošnje vlakana u azijskim zemljama. Najveće isporuke kružnopletaćih strojeva jednostavnije konstrukcije su u zemljama Azije. Proizvodnja pređe i jednostavnijih pletiva je dominantno locirana u Aziji, dok je proizvodnja netkanog tekstila i pletiva složenijih struktura ipak zadržana i u Europi.*

Abstract: *A review of the novelties that have recently appeared in the field of staple fibre technologies, nonwovens as well as a review of production and consumption of textile fibres worldwide are given. The delivery of circular knitting machines at the global level was analyzed. The appearance of the multifunctionality as well as compactness of the machines in the fibre preparation, ensuring the quality of the products as well as increasing the production speed especially by the rotor and air-jet spinning machine is significant. By introducing the control machine systems the sliver quality is monitored in the real time, the machine elements that cause the faults on the sliver using the visualization on the screen are detected. There is a higher interest in the spunlace bonding technology in the field of nonwovens. It is clear visible a growth of the global fibre consumption per capita as well as growth fibre consumption in Asian countries. The production of yarn as well as a simpler construction of knitted fabrics is predominantly located in Asian countries, whereas the production of nonwovens as well as a more complex construction of knitted fabrics is still retained in Europe.*

Ključne riječi: *predenje, netkani tekstil, pletenje, vlakna, novosti, trendovi*

Keywords: *spinning, nonwovens, knitting, fibres, novelties, trends*

1. Uvod

Teško je detaljno odrediti sve novine koje su viđene na tehnologija izrade predenih pređa, netkanog tekstila i pletiva posljednjih godina pa i na ITMA-i 2011. god. u Barceloni. Međutim, navesti će se neki pravci na području predenja i netkanog tekstila na kojima su vidljivo prikazane novine, i to:

- višefunkcionalnost i kompaktnost na linijama faze pripreme vlakana (otvaranja, čišćenja i miješanja) [1-4],
- praćenje kvalitete, proizvodnje, kvarova, zastoja, stanja pojedinih glavnih radnih elemenata/strojeva na svim strojevima i cijelog tehnološkog procesa vizualizacijom u realnom vremenu,
- osiguranje kvalitete detekcijom i stranih vlakana/tvari različitih vrsta i/ili boja,
- različite tehnološke novosti na grebenanju, strojevima oblikovanja runa, strojevima učvršćenja runa – posebno vodenim mlazom,
- veći proizvodni učinci na gotovo svim strojevima posebno aerodinamičkom predenju [3, 5],
- skraćenje tehnološkog postupka smanjivanjem broja faza (povezivanje grebenaljke i istezalice)
- ušteta energije različitim tehničkim i tehnološkim rješenjima, čime se smanjuju i troškovi proizvodnje, te
- reprojektiranja linija s ciljem povećanja proizvodnih učinaka.

U pogledu proizvodnje pređa, netkanog tekstila i pletiva situacija na globalnoj razini je različita. Pređe i jednostavnija pletiva se dominantno proizvode u Azijskim zemljama.

Prisutan je stalni rast potrošnje vlakana po stanovniku u svijetu, pada udio prirodnih vlakana, prvenstveno pamuka, a raste udio kemijskih vlakana prvenstveno poliesterskih. Potrošnja vlakana u svijetu također pokazuje snažne promjene u smislu količina i relokacije. Azijske zemlje su dominantan potrošač tekstilnih vlakana u svijetu, prvenstveno NR Kina. Isporuka kružnopletaćih strojeva jednostavnije konstrukcije (izrada glatkog pletiva ili jednostavno uzorkovanih pletiva) posljednjih godina pokazuje da je Azija prvi i dominantan

kupac ovih strojeva. Međutim, isporuke kružnih pletaćih strojeva koji proizvode strukturalno i višebojno uzorkovana pletiva – žakar pletiva, po regijama, pokazuju drugačije udjele. Naime, udio Azije na isporučene žakar strojeve je znatno manji u odnosu na iste strojeve izvezene u Europi. Može se kazati da se relativno jednostavnije konstrukcije kružнопletaćih strojeva isporučuju zemljama Azije.

Od svojstava koja sve više ispituju na pletenim plošnim proizvodima svakako treba navesti svojstva koja određuju udobnost (komfor), a koja se određuju mjerenjem otpornosti prolaza topline i vodene pare. Također se šire i područja primjene tekstilnih materija, posebno netkanog tekstila. Zanimljivo je područje izolacija kuća s vunanim netkanim proizvodima.

Kako ovaj rad tematski pokriva tri glavna područja tekstilne industrije (predenja, netkanog tekstila i pletenja) dat je pregled samo nekih tehnoloških novina proizvođača tehnologija predenja i netkanog tekstila. Nadalje, kroz analizu proizvodnje i potrošnje vlakana i njihovih trendova po vrstama vlakana i regijama na globalnoj razini, te isporuke pletaćih strojeva po tipovima i regijama, u određenoj mjeri je upotpunjena slika o tekstilnoj industriji za sva tri navedena područja, a što je i cilj ovog rada.

2. Predenje vlasastih vlakana

Sva vlakna čija je dužina dovoljna da se po nekom od postupaka predenja (ručni, grebenani, polučešljani i češljani) mogu preraditi u pređu nazivaju se vlasastim vlaknima. U vlasasta vlakna spadaju: pamuk, vuna, lan, juta, konoplja, ramija itd., te sva umjetna vlakna i svila koja se mogu konvertirati na dužinu vlaska. S obzirom da je skupni udio pamuka, vune i kemijskih vlasastih vlakana dominantan u svijetu, prikazat će se novine nekih glavnih proizvođača tehnologija, najprije tvrtki Trützschler, Rieter i Schlumberger. Područja proizvodnje predenih pređa u svijetu su dominantno na Istoku, pa je i prodaja strojeva za predenje usmjerena na ta područja, primarno u NR Kini, Indiji i Turskoj [6]

2.1 Tehnologije prerade vlakana kratkog vlaska

Na fazi pripreme vlakana postupaka prerade vlasastih vlakana navest će se sustavi/strojevi na kojima je u posljednje vrijeme uvela tvrtke **Trützschler** [2], i to su:

- inteligentni sustav za bolje iskorištenje vlakana WASTECONTROL,
- višefunkcionalni stroj za odvajanje (Multi Function Separator SP-MF),
- upravljački sustav za optimiranje potrošnje energije kod transporta snopića vlakana na automatskom otvaraču bala,
- sustav za odstranjivanje stranih vlakana i stranih dijelova modularne izvedbe SECUROPROP,
- računalom vođen sustav upravljanja na liniji za miješanje WEIGHTCOMMANDER LC-W,
- upravljački sustav faze pripreme vlakana Instalation Control LC I koji se može koristiti za cijelu predionicu,
- povećanje radne širine grebenaljke na 1,28 m, i aktivne površine grebenanja,
- sustav za reguliranje dovoda na grebenaljkama SENSOFEEED+,
- PMS sustav za podešavanje stupnja čišćenja na dovodnom uređaju WEBFEED grebenaljke TC 11,
- MAGNOTOP sustav za pričvršćivanje segmenata pokrova,
- sustav za mjerenje razmaka između pokrova i bubnja po cijeloj dužini (tijekom rada u vremenu od nekoliko sekundi) FLATCONTROL TC-FC, ili motorna verzija sustavom PFS,
- sustav za grebananje recikliranih vlakana TC-MWC 3, koji se sastoji pored dva segmenta za čišćenje i od 7 segmenata u području predgrebananja, te još 6 segmenta u području naknadnog grebananja,
- sustav za izmjenu lonca TC-C,
- sustav kontrole kvalitete pramena u realnom vremenu s detaljima o: finoći pramena, jednoličnosti, spektrogramu, učestalosti pojave debelih mjesta, te kao opcija i sustav kontrole čvorića NEPCONTROL TC-NCT,
- optimalizacija podešavanja tijekom rada stroja Sustavom T-Con,
- sustav upravljanja dovoda CONTIFEED,
- nova grebenaljka za kemijska vlakna TC 11-S,
- novi patentirani sustav za skidanje koprene s skidača TCC NovoDoff 30 na grebenaljci TC 11-S,
- TC 11 grebenaljka integrirana s istežalicom IDF ili IDF-R (četvrtasti lonci) za skraćanje postupka,
- sustav za automatsko optimiranje predistezanja AUTO DRAFT na istežalici TD8,
- sustav OPTI SET na istežalici TD8, čija je funkcija podešavanje – automatska regulacija istezanja u području glavnog isteznog polja, uzimajući u obzir parametre stroja, karakteristike sirovine i uvjeta okoline,
- SERVO DRAFT sustav za dinamično kompenziranje odstupanja od definirane finoće pramena na istežalici TD8,

- Novi DISC MONITOR senzor za mjerenje nejednoličnosti proizvedenog pramena, a u slučaju nejednoličnog ili neispravnog pramena šalje upozorenja izvršitelju ili zaustavlja stroj,

Novosti na strojevima/sustavima tehnologija **tt.Rieter** [3] su:

- Vario Line sustav – nova Rietorova linija na fazi pripreme vlakana,
- nova grebenaljka C70 visokih performansi,
- automatski regulator na istezalici RSB-D45,
- nova verzija upravljačkog sustava predionice Spiderweb 6.0,
- nova rotorska predilica R60, te
- nova aerodinamička predilica J20.

U komponentama, tt. Rieter pokazuje novine u:

- metalnim oblogama grebenaljki za vlasasta vlakna i netkani tekstil – jedinstveni oblici zuba povećavaju proizvodnju i iskorištenje vlakana,
- prstenovima i trkačima na prstenastom pređenju – posebne površinske obrade osiguravaju dugi vijek eksploatacije uz visoke proizvodne učinke,
- kružnom češlju Primacomb 9030 češljariče za efikasnije odstranjivanje kratkih vlakana i čvoriča,
- novom sustavu za centralno odsisavanje zraka na kompaktnoj predilici EliteCompact EliVAC CDS – Central Duct Solution, i novim upravljačkim sustavom na prstenastoj predilici za individualnu kontrolu vretena ISM – Individual Spindle Monitoring, te
- jedinici za pređenje (Spin Box) – nova generacija jedinice za rotorsko pređenje za veći proizvodni učinak i manju potrošnju energije.

2.2 Tehnologije prerade vlakana dugog vlaska

Od proizvođača tehnologija prerade vlakana dugog vlaska svakako treba spomenuti najvećeg u ovom području – tt. **NSC Grupa, tj. N. Schlumberger** tvrtku [4]. Proizvodne linije ove tvrtke obuhvaćaju linije:

- grebenanja i češljanja,
- miješanja, odmrsivanja i naknadnog češljanja,
- pripreme za pređenje za češljani postupak,
- konvertiranja,
- polučešljanog postupka, te
- tvrdih vlakana (vlakana iz like)

Iz proizvodnog programa „NSC fibre to yarn“, treba spomenuti: grebenaljke CA6 i CA7 (prilagođene za sve tipove vune, kemijskih vlakana i svile kao i tvrdih vlakana), češljariče ERA, istezalice GC 30 s radnim brzinama do 600 m/min, stroj za mješanje i razmrsivanje nakon bojadisanja D3/D5 GC 30, vertikalnu istezalicu GV 20 za fine i super fine vune, vertikalnu predpredilicu (finišer) FmV 40 za fine vune i umjetna vlakna dugog vlaska, horizontalni finišer za male partije FM 20, konvertere S873 i TT12. Na ITMA-i 2011 posebnu pažnju su pobudili konverter S200 i ERA češljariče.

2.3 Rotorsko pređenje

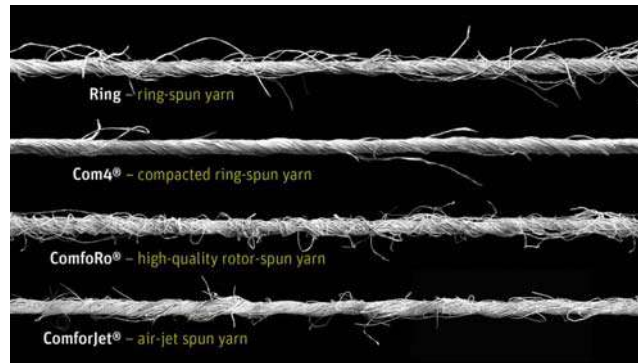
Glavni pokazatelji uspješnosti rotorskog pređenja u usporedbi s prstenastim je kvaliteta pređe, proizvodni učinak i fleksibilnost. Nova rotorska predilica tt. Riter R 60 s novom jedinicom za pređenje S 60, brojem rotora do 540 po stroju i do 4 brza robota, te AEROPiecing tehnologijom spajanja, zadržava visoko mjesto na tržištu [3]. Nova geometrija pogona rotora, učinkovitijeg glavnog ventilatora s automatskim ciklusom čišćenja filtera šteti do 5 % energije. Do 4 brza robota (vrijeme ciklusa manje od 24 sek., osiguravaju visok učinak čak i kod učestalog spajanja i izmjene namotaka. U pogledu kvalitete, predilica R 60 osigurava konstantnu kvalitetu i čvrstoću pređe zahvaljujući patentiranom sustavu za čišćenje rotora VARIOclean. Fleksibilnost se ogleda i u opciji ugradnje VARIOspin slub jedinice za izradu efektivnih flame pređa od tvrtke Amsler (opcionalno).

Drugi veliki proizvođač rotorskih predilice je njemačka tvrtka Schlafhorst [7] čija je rotorska predilica Autocoro 8 najinovativnija predilica posljednjih 30 god. Ima do 25 % veći proizvodni učinak, bolja je kvaliteta pređe i namotci, te visoka je i fleksibilnost. Nova konceptijska rješenja ogledaju se u: magnetnom ležajevima rotora kada se postiže broj okretaja od 200.000 o/min (jedinstveno u svijetu), zasebnim pogonima za svaku jedinicu prematanja, bolje nadovezivanje s sustavom DigiPiecing te bolje namatanje sustavom DigiWinding. Nadalje, fleksibilnost se ogleda uvođenjem sustava MultiLot3 i MultiLot5 koji omogućavaju istovremeno prematanje 3 odn. 5 lota na jednom stroju.

2.4 Aerodinamičko pređenje

Dva su glavna proizvođača aerodinamičkih predilica danas u svijetu: tt. Rieter sa svojom J 20 predilicom [3], te tvrtka Muratec Murata Machinery Ltd [5] sa svojom predilicom VORTEX861.

Rieterova nova pređa sa J 20 stroja ima komercijalni naziv ComforJet® pređa (sl. 1). Kvaliteta je poboljšana, pređa ima dobru čvrstoću i malo grešaka. Maksimalna proizvodna brzina stroja na kojoj se može proizvoditi je 450 m/min. Pogon prelačkih jedinica je individualan. Stroj može imati do 120 prelačkih jedinica, raditi dvostrano proizvodeći dvije različite kvalitete istovremeno.



Slika 1: Tipovi pređenih pređa koje proizvode strojevi tt. Rieter: prstenasta predena pređu (eng. ring-spun yarn), kompaktna prstenasta predena pređa Com4® (eng. compacted ring-spun yarn), rotorska predena pređa visoke kvalitete ComfoRo® (eng. high quality rotor-spun yarn) i aerodinamička predena pređa ComforJet® (eng. air-jet spun-yarn)

Vortex861 predilica tvrtke Muratec Murata Machinery Ltd, sa također proizvodnom brzinom od 450 m/min, proizvodi aerodinamičku pređu pod imenom VORTEX® pređa [5]. VORTEX® pređa može biti izrađena iz različitih vrsta vlakana, umjetnih, pamučnih ili mješavina vlakana. Svaka VORTEX® pređa pokazuje manju dlakavost od svih tipova pređe i dobru otpornost na piling.

3. Netkani tekstil

Za netkani tekstil, s obzirom na njegovu specifičnu strukturu i svojstva može se kazati da je jedinstven tekstilni proizvod proizveden direktno iz vlakana. Za razliku od klasičnog tekstila koji ima primarnu namjenu odijevanje, za netkani tekstil sva su područja primarne namjene. Drugim riječima, gotovo da nema područja u koje se netkani tekstil ne koristi, od osobne njege, higijenskih proizvoda, medicine, poljoprivrede, graditeljstva, odjevne i obućarske industrije do vrlo široke primjene u industriji [8]. U kombinaciji s drugim tekstilnim proizvodima ili pak drugim materijalima spektar područja primjene netkanog tekstila se izrazito širi. Njegova specifična svojstva su: absorbtivnost, sposobnost oporavka, istezljivost, mekoća, čvrstoća, vatrootpornost, dobra svojstva pranja, izdržljivost, dobra svojstva filtriranja, antibakterijska i antimikrobna svojstva [9]. Daljnja prednost netkanog tekstila u odnosu na klasičan tekstilni plošni proizvod je što može biti ili ograničenog vremena korištenja - za jednokratnu upotrebu ili kao izdržljivi plošni proizvod za dugotrajnu upotrebu.

Proizvodnja netkanog tekstila nije u većoj mjeri relocirana prema Istoku kao što je to slučaj sa klasičnim tekstilom i proizvodnjom vlakana. Iz slike 2 je vidljivo da još uvijek oko 50 % svjetske proizvodnje netkanog tekstila proizvodi se u Europi i Sjevernoj Americi.



Slika 2: Proizvodnja netkanog tekstila u svijetu u 2010.god. [9]

Netkani tekstil iz vlasastih vlakana se još uvijek karakterizira visokom potražnjom i dinamičkim razvojem u velikom broju područja primjene. Nabrojati će se neki netkani proizvodi iz vlasastih vlakana: prostirači, proizvodi za unutrašnjost automobila, geotekstil i krovni materijali, filtri u industriji, umjetna koža, kućanstvo i filčevi za industriju namještaja, toplinska izolacija, krpe za industriju i kućanstvo, proizvodi posebne primjene uključujući ugljična, staklena i mineralna vlakna, tehnički filčevi, proizvodi za medicinu, higijenu i odjevnu industriju [10].

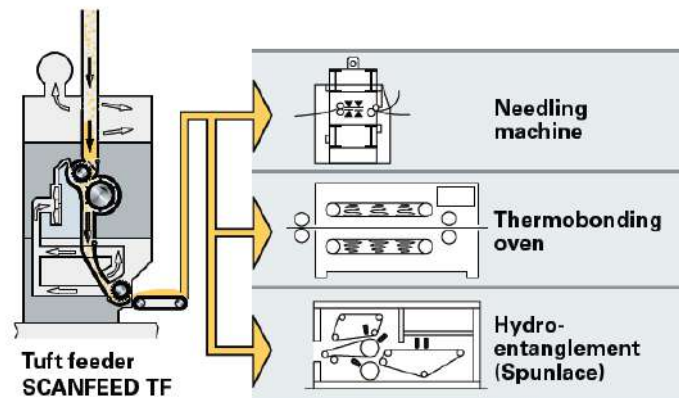
3.1 Priprema vlakana, izrada runa i učvršćenje runa

Priprema vlakana u tehnologijama proizvodnje netkanog tekstila ima tri glavne funkcije. Otvaranje vlakana, čišćenje (za sva vlakna osim za primarna umjetna) te miješanje vlakana. Od tvrtki koje proizvode tehnologije za netkani tekstil spomenuti će se DiloGroup, koja u sastavu ima tvrtke TEMAFI i SPINNBAU [10]. Temafi proizvodi strojeve za pripremu umjetnih i prirodnih vlakana, SPINNBAU grebenaljke za izradu runa, a DILO strojeve za mehaničko učvršćenje runa iglanjem. Dilo je jedan od vodećih snabdjevača kompletnih linija za oblikovanje runa vlasastih vlakana.

Od svjetski važnih proizvođača tehnologija netkanog tekstila treba svakako spomenuti i tvrtku NSC [4]. NSC tehnologije su za sljedeća područja primjene: autoindustriju (interijer), stanogradnja (izolacija), elektronička industrija, filtriranje, cestogradnja, higijena, industrija namještaja, kućanstvo, tehnički filčevi za industriju i dr. Od strojeva koje imaju značajne inovacije treba spomenuti grebenaljku EXCELLE® za XL linije. Stroj prerađuje sve tipove vlakana, uključujući regenerirana vlakna, dužine vlakna od 50 do 150 mm, a može imati jedan ili dva valjka za skidanje koprene.

3.2 Učvršćenje runa vodenim mlazom (eng. Spunlace)

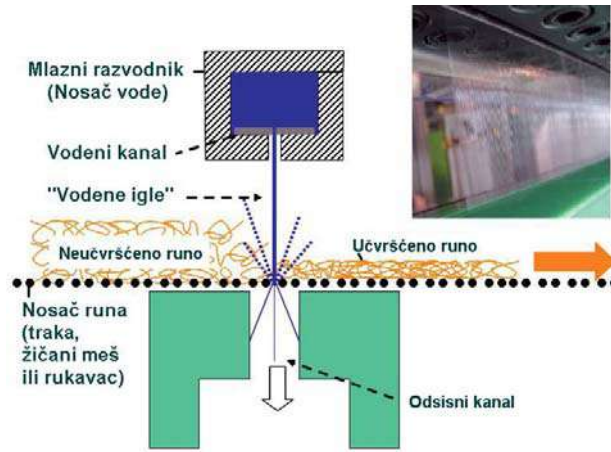
Pored učvršćenja runa iglanjem, kemijskim vezivnim sredstvima i termičkim postupkom u ovom radu će se detaljnije navesti učvršćenje runa vodenim mlazom, kao jednog od načina učvršćenja koje se u svijetu sve više primjenjuje. Na slici 3 prikazani su mogući načini učvršćenja za tehnologije koje proizvodi tvrtka Trützschler [2].



Slika 3: Mogućnosti različitog učvršćenja runa nakon faze pripreme vlakana snabdjevačem Tuft Feeder i regulacijskim sustavom SCANFEED TF tvrtke Trützschler; na stroju za iglanje (eng. Needling machine), termičkim postupkom u termokomori (eng. Thermobonding oven), vodenim mlazom (eng. Hydroentanglement –Spunlace)

Od mehaničkih tehnika učvršćenja runa danas su globalno prisutne dvije, i to: iglanje i učvršćenje runa vodenim mlazom (sl. 4). Obje tehnike isprepliću vlakna mehaničkim silama uzrokovanim probadanjem igala odnosno vodenog mlaza („vodene igle“) kroz runo s ciljem dobivanja projektirane debljine i čvrstoće netkanog tekstila. Više engleskih naziva se koristi za pojam netkanog tekstila učvršćenog vodenim mlazom, kao „spunlaced“, „jet- entangled“, „water-entangled“, „hydroentangled“, „hydraulically needled“. Danas je najčešći eng. naziv „spunlaced nonwoven“ [11].

Tehnika koristi mlaznice vode za ispreplitanje vlakana (sl. 4). Svojstva vlakana (finoća, dužina) i runa (dominantno jednoličnost i izotropnost) primarno određuju i svojstva netkanog tekstila učvršćenog vodenim mlazom. Vlakna mogu biti prirodna, umjetna ili mješavine. Ne preporučuju se vlakna visoke finoće zbog stvaranja petljica. Zbog odsustva učvršćivača vlakana - adheziva koji se danas se sve manje koriste, izgled netkanog tekstila je vrlo sličan klasičnom tekstilu. Meš za polaganje tj. njegova finoća (veličina rupica, finoća žice i broj rupica po jedinici površine) u dobroj mjeri određuju strukturu i svojstva tehničkog netkanog tekstila. Grublji meš daje voluminozniju strukturu, propusniju na vodu i zrak, te slabiju čvrstoću.



Slika 4: Princip učvršćenja runa vodenim mlazom tt. Fleissner [2]

Runa oblikovana svim postojećim mehaničkim tehnikama (na grebenaljkama, aerodinamička i hidrodinamička) mogu se učvrstiti vodenim mlazom. Kombinacijama različitih usmjerenosti vlakana koje omogućavaju navedene tehnike oblikovanja runa, može se dobiti veliki broj različitih struktura i svojstava netkanih tekstila i/ili kompozita. Proizvodi dobiveni ovom tehnikom imaju pored ostalih dobrih svojstava i izrazito izraženi mekan opip.

Dva su glavna proizvođača tehnologije učvršćenja vodenim mlazom: Fleissner GmbH, Egelsbach, Njemačka, grupe Trützschler GmbH & Co. KG, Njemačka i Rieter Perfojet Montbonnot, Francuska, grupe Rieter Textile Systems, Švicarska. Fleissner tehnologija omogućava proizvodnju netkanog tekstila svih vrsta vlakana i finoće od 20 do 800 g/m², s proizvodnim brzinama od 5 do 300 m/min (do 900 m/min za tehnički netkani tekstil izrađen po kemijskom postupku). Reiter inovativna tehnologija naziva se JETlace® Essentiel, a učvršćuje runa finoće 10 do 150 g/m².

4. Pletenje

4.1 Proizvodnja tekstilnih vlakana u Svijetu

U drugoj polovici 2011. godine u svijetu je rođen 7-milijarditi stanovnik [12]. Prema neslužbenim procjenama u tom trenutku u svijetu je proizvedeno oko 81 milijun tona vlakana [13]. Ako se podjeli količina vlakana s brojem stanovnika dolazi se do podatka da je krajem 2011. godine prosječno bilo oko 11,5 kg vlakana po stanovniku na našem planetu (tab.1). Iz tablice je uočljivo da je 1950. godine bilo proizvedeno 3,7 kg vlakana po stanovniku dok je 1990. bilo gotovo duplo više, tj. 7,7 kg, da bi 2005. godine bilo više od 10 kg po stanovniku. Ako se usporedi prirast broja stanovništva i proizvodnja vlakana tada se uočava stalni rast prosječne potrošnje vlakana po stanovniku. Na osnovi ovog podatka nameće se zaključak da će se tekstilna industrija razvijati i da će uvijek trebati znatan dio radne snage za preradu tekstilnih vlakana u gotove proizvode. Manje razvijene zemlje s nižim troškovima života također imaju i niže troškove proizvodnje. Tekstilna je industrija niskoakumulativna i radno intenzivna pa se seli u manje razvijene zemlje. U posljednjih dvadesetak godina značajan udio proizvodnje je u Azijskim zemljama, a vjerojatno će u narednih 30 godina porasti udio Afričkih država.

Tablica 1: Proizvodnja vlakana u Svijetu

Godina	Proizvedenih vlakana, kg/stanovniku
2011	11,5
2010	11,0
2005	10,3
2000	8,7
1990	7,7
1980	6,6
1970	5,9
1960	4,9
1950	3,7

Ako se analizira proizvodnja vlakana u posljednjem stoljeću uočava se da su početkom dvadesetog stoljeća bila zastupljena samo prirodna vlakna i to pamuk i ostala biljna vlakna oko 80% a vuna i ostala životinjska

vlakna oko 20% (tab. 2), [14, 15]. Nakon drugog svjetskog rata razvija se proizvodnja kemijskih vlakana, naročito celuloznih, pa udio pamuka opada na 71 % i vune 11%. Usavršavaju se tehnike i tehnološki procesi proizvodnje kemijskih vlakana pa se njihov udio sve više povećava na tržištu a opada udio prirodnih vlakana. Tako 1975. godine udio pamučnih vlakana u svjetskoj proizvodnji je ispod 50% pri čemu se udio sintetičkih vlakana, naročito PA i PES povećava na iznad 30%. Čovjek postaje skup u različitim proizvodnim procesima pa se sve više smanjuje udio ljudskog rada u proizvodnim procesima. Tako danas ima na svjetskom tržištu svega 33% pamučnih i ostalih biljnih vlakana, 2 % vunenih i njima sličnih vlakana, 59% sintetičkih vlakana i 5% celuloznih vlakana, ili oko 40% prirodnih vlakana i 60% kemijskih vlakana. Analizom svjetske proizvodnje vlakana i stupnja razvijenosti pojedinih regija, svakako se nameće pitanje: Da li u nerazvijenim državama koristiti jeftinu radnu snagu i povoljne prirodne te klimatske uvijete za proizvodnju tekstilnih vlakana ili pak hrane? Prema svim pokazateljima, današnje se čovječanstvo hrani s odveć nekvalitetnom hranom zbog toga će se u budućnosti preferirati proizvodnja prirodne, ne genetski modificirane hrane, dok će se pojačati proizvodnja kemijskih vlakana. Trenutačno su u svijetu nekontaminirana tla i pitka voda najveći interesi investitora.

Tablica 2: Udio pojedinih vlakana u prošlom stoljeću, %

Godina	Pamuk	Vuna	Sintetika	Celuloza
1900.	81	19	0	0
1950.	71	11	1	17
1960.	68	10	4	18
1975.	49	7	31	13
1997.	40	3	51	6
2000.	35	3	57	5
2005.	38	2	55	5
2010.	34	2	59	5

Prema analizama, 2009. godine u svijetu je bilo proizvedeno oko 22,3 milijuna tona pamučnog vlakna [15]. Kina, Indija, SAD i Pakistan proizvode oko 75% svjetske količine pamučnog vlakna. Duljina i kvaliteta vlakna te prinosi po hektaru znatno se razlikuju po pojedinim regijama i godinama proizvodnje (tab.3). U navedenoj godini, urod pamučnog vlakna bio je najveći u Australiji i iznosio gotovo 2 t/ha dok je najmanji bio u Turkmenistanu i iznosio oko 475 kg/ha. U razmatranoj godini prosječni prinos pamuka u svijetu je iznosio 734 kg/ha. Prinos po hektaru i kvaliteta pamučnog vlakna također ovise o zaštiti usjeva različitim fungicidima, insekticidima, pesticidima i drugim preparatima. Mnoge institucije u svijetu analiziraju primjese u pamučnim vlaknima i njihov utjecaj na ljudsko zdravlje.

Tablica 3: Urod pamučnih vlakana po hektaru u 2009. godini

Država	Godišnja proizvodnja, milijuna tona	Udio, %	Urod, kg/ha
Kina	6,9	30,9	1358
Indija	5,1	22,8	499
SAD	2,6	12,1	868
Pakistan	2,1	9,3	711
Brazil	1,3	5,8	1527
Uzbekistan	0,9	4,1	687
Australija	0,4	1,7	1954
Turska	0,4	1,7	1321
Turkmenistan	0,3	1,3	475
Ostali	2,3	10,3	404
Svijet	22,3	100	734

Kina je u 2009. godini imala 45% svjetske potrošnje vlakana, a ostale Azijske zemlje 25%. Obje su Amerike imale 13%, Europa 8%, Srednji Istok 5% i Afrika 4%. Za izradu odjeće potrošeno je 46% vlakana ili 36 mil. t. Kina je zabilježila 43 % svjetskog izvoza odjeće. Za izradu kućanskog tekstila se koristi oko 10% vlakana ili 8 mil. t. čija se vrijednost procjenjuje na 70 mlrd. USD. Za izradu tepiha utroši se oko 6,5 mil.t vlakana ili 9 % svjetske proizvodnje. Za izradu industrijskog tekstila troši se oko 35% svjetske proizvodnje vlakana ili 28 mil.t. Motorna vozila ili prometala, poput automobila, vlakova, aviona i brodova su najvažniji potrošači industrijskog tekstila.

4.2 Isporuke strojeva za izradu pletiva

Proizvodnja tekstilija i odjeće velikim je dijelom dislocirana iz Europe u manje razvijene Azijske zemlje među kojima prednjače Kina, Indija, Pakistan, Vijetnam i dr. Prema nekim procjenama sat rada u europskoj tekstilnoj industriji je oko 50 puta skuplji od rada u Azijskim zemljama. Političari i stratezi svjetske globalizacije su pretpostavljali da će se bitna razlika u troškovima proizvodnje tekstila i odjeće u Aziji i Europi zadržati do 2030. godine. Izgleda da su to bile pogrešne procjene i da su neki drugi čimbenici znatno bitnije utjecali da se taj period smanji. Bez obzira na troškove proizvodnje, mnogi analitičari smatraju da će se veleprodajne cijene tekstila i odjeće već 2015. godine izjednačiti u Europi i Azijskim zemljama. Europljani vjerojatno neće putovati u Azijske zemlje kupovati tekstilije, ali će tekstilni i odjevni proizvodi izrađeni u Aziji biti prodavani u Europskim zemljama. Na taj način, Europa je u veoma kratkom periodu ostala bez proizvodnje ili „lake industrije“ pri čemu je Azijati zadovoljavaju svojim proizvodima. Nameće se pitanje: Da li Europa može zadržati socijalni mir bez industrijske proizvodnje? Nakon Portugala, Španjolske, Grčke i Italije, mnogi se privrednici pitaju kako dalje, ili tko je slijedeći na redu? Manje razvijene zemlje poput Rumunjske, Bugarske, Mađarske ili Slovenije, naprosto se ne usude navesti poteškoće u privređivanju ili prijaviti za novčanu pomoć. Sigurno je jedno. Globalizacija koju trenutačno živi Europa veoma se teško podnosi i veliko je pitanje do kada će trajati?

U posljednjih pet godina sve su veće i intenzivnije isporuke najrazličitijih strojeva u Azijske zemlje. Kina je najmnogoljudnija zemlja Svijeta i u mnogim stvarima prva. Prvi je svjetski konzument novoizrađenih strojeva, ali i starijih konstrukcija, kvalitetno servisiranih strojeva. Kineski proizvodni kapaciteti odavno su premašili europske potrebe. U to su se uvjerali i sami kineski proizvođači, trgovci i menadžeri. U nastavku se navode svjetske isporuke različitih strojeva za izradu pletiva po pojedinim regijama [16]. Kružnopletači strojevi uglavnom pletu pamučnim pređama pletiva namijenjena rublju ili laganim gornjim odjevnim predmetima. Ovakvi se strojevi grupiraju po promjerima cilindričnih iglenica. Strojevi promjera cilindra do 168 mm najčešće se svrstavaju u malene kružnopletače strojeve, u koje najviše ulaze čaraparski automati s promjerom cilindra 75 do 115 mm. U tab. 4. navedeni su tzv. veliki kružnopletači strojevi koji imaju promjer cilindrične iglenice 250 do 760 mm i više. Strojevi su podijeljeni u dvije grupe. Prvu grupu sačinjavaju kružnopletači strojevi promjera cilindrične iglenice 250 do 610 mm (10 do 24 e⁴). Na ovakvim strojevima se izrađuju cjevasta pletiva koja se često koriste pri izradi različitih odjevnih predmeta na kojima nema bočnih šavova. Na određenom promjeru cilindra se izrađuje pletivo određene cjevaste širine koja odgovara pojedinoj odjevnoj veličini. Ovakvih je strojeva u 2008. godini bilo isporučeno u Azijske zemlje oko 3500 ili 91,6%, a u ostale zemlje Svijeta ostalih 8,4%. Slična je situacija i kod kružnopletačkih strojeva promjera cilindrične iglenice 660 do 760 mm i više. To su uglavnom strojevi promjera 26 i 30 e⁴ i neznan broj strojeva većeg promjera cilindrične iglenice. Ovakvi strojevi izrađuju cjevasta pletiva širine 70 cm x 2 do 100 cm x 2. Služe za izradu pletiva namijenjenog različitim odjevnim predmetima poput pidžama, spavačica, ljetnih majica, rublja i sl. Osnovna je odlika ovakvih pletiva da se u krojnicama kroje i s iskrojanim dijelovima u šivaonicama se izrađuju odjevni predmeti. U Azijske je zemlje isporučeno 7172 stroja ili 80,7%, potom u Južnu Ameriku 7,2%. Ukupno je ovakvih strojeva u Svijetu isporučeno 12 705 ili svega oko 2% u Zapadnu Europu. Veoma je teško doći do podataka isporuke starijih konstrukcija strojeva koji su radili nekoliko godina, a potom prestali zbog zatvaranja tvornice. Ovakvi su strojevi kvalitetno servisirani i na tržištu prodani, većinom u Azijske zemlje. Slična je situacija i u drugim godinama. Na osnovi isporuke strojeva, nameće se i logičan zaključak: tamo gdje su strojevi, tamo će biti i proizvodnja.

Tablica 4: Svjetska isporuka kružnopletačkih jednoigleničnih strojeva prema tipu i regiji u 2008. godini

Regija	Promjer cilindra Do 610 mm (do 24 e ⁴)		Promjer cilindra 660 mm (26 e ⁴) i više	
	kom	Udio, %	kom	Udio, %
Azija	3504	91,6	7172	80,7
Južna Amerika	13	0,3	634	7,2
Ostatak Europe	83	2,2	360	4,0
Sjeverna Amerika	159	4,2	249	2,8
Zapadna Europa	16	0,4	235	2,6
Afrika	39	1,1	198	2,2
Istočna Europa	9	0,2	34	0,5
Svijet	3823	100	8882	100

U tab. 5 su navedene svjetske isporuke kružnopletačkih dvoigleničnih strojeva. Ukupno je isporučeno 8447 strojeva i to 2925 strojeva manjeg promjera i 5522 većeg promjera. Od strojeva manjeg promjera u Azijske je zemlje isporučeno 2766 kom ili 94,6%, a ostali dio 159 strojeva diljem svijeta. Slična je situacija i kod isporuke strojeve promjera cilindrične iglenice veće od 660 mm. U Azijske zemlje, ovih je strojeva isporučeno 4908 ili 88,9 %. Ostatak od 614 strojeva ispušten je u ostale dijelove svijeta.

Tablica 5: Svjetska isporuka kružnopletaćih dvoigleničnih strojeva prema tipu i regiji, 2008. godina

Regija	Promjer cilindra do 610 mm (do 24 e“)		Promjer cilindra 660 mm (26 e“) i više	
	kom	Udio, %	kom	Udio, %
Azija	2766	94,6	4908	88,9
Južna Amerika	19	0,6	156	2,8
Ostatak Europe	37	1,3	113	2,0
Sjeverna Amerika	38	1,4	62	1,1
Zapadna Europa	10	0,3	169	3,1
Afrika	52	1,7	90	1,7
Istočna Europa	3	0,1	24	0,4
Svijet	2925	100	5522	100

U tab. 6 navedeni su podaci o ukupnim isporukama kružnopletaćih strojeva po regijama, u 2008. godini. Prema dostupnim podacima, ukupno je isporučeno 21152 stroja, od čega u Azijske zemlje 86,8 %, u Južnu Ameriku 3,9 %, a u Europu oko 2%. Posebno su evidentirani kružnopletaći žakar strojevi (tab. 7). Ukupno je isporučeno 316 ovakvih strojeva od čega 101, ili 32% u Azijske zemlje, 98, ili 31,1 % u Zapadnu Europu te 69 strojeva ili 21,8 % u ostatak Europe. Od 1999. do 2008. godine u Svijetu je isporučeno 184095 kružnopletaćih strojeva pri čemu je u Kinu isporučeno 104705 ili 56,9%. Nakon Kine, Turska je zemlja u koju je isporučeno najviše ovakvih strojeva. Turska ih je uvezla 9341 ili 5,1%. Potom slijede Indija i Bangladeš u koje je isporučeno preko 5000 strojeva.

Tablica 6: Ukupna svjetska isporuka kružnopletaćih strojeva prema regiji, 2008. godina

Regija	Komada	Udio, %
Azija	18350	86,8
Južna Amerika	822	3,9
Ostatak Europe	593	2,8
Sjeverna Amerika	508	2,4
Zapadna Europa	430	2,0
Afrika	379	1,8
Istočna Europa	70	0,3
Svijet	21152	100

Na osnovi prethodnih podataka o isporučenim kružnopletaćim strojevima može se zaključiti da se jednostavnije konstrukcije strojeva isporučuju u Azijske zemlje. Na ovakvim strojevima se izrađuju pretežno glatka pletiva i/ili jednostavno uzorkovana pletiva. Međutim, strukturalno ili višebojno uzorkovana pletiva se znatno više izrađuju u Europi nego u Azijskim zemljama.

Tablica 7: Ukupna svjetska isporuka kružnopletaćih žakar strojeva prema regiji, 2008. godina

Regija	Komada	Udio, %
Azija	101	32,0
Južna Amerika	8	2,5
Ostatak Europe	69	21,8
Sjeverna Amerika	24	7,6
Zapadna Europa	98	31,1
Afrika	7	2,2
Istočna Europa	9	2,8
Svijet	316	100

Na sličan se način mogu analizirati isporuke ravnopletaćih dvoigleničnih strojeva namijenjenih izradi pletene gornje odjeće poput pulovera, vesti, dolčevita, prsluka, haljina, suknji, hlača i dr. Pletenje navedene odjeće obavlja se na dva osnovna načela. U prvom načelu koriste se strojevi namijenjeni kućanstvu i na njima se u malenim obiteljskim radionicama dnevno izradi po nekoliko odjevnih predmeta. Ovakvi su strojevi ručno upravljani ili rade na električni pogon s jednostavnijim mogućnostima uzorkovanja. Ovakvih je strojeva 2000. godine u Azijske zemlje isporučeno oko 50 000, a 2002. godine preko 150 000 te 2008. oko 110 000 kom, ili 96 % svjetskih isporuka. Druga grupa ravnopletaćih strojeva je namijenjena industrijskoj proizvodnji. Ovakvih je strojeva u 2008. godini u svijetu isporučeno 24 882 kom, a od toga 88% u Azijske zemlje.

Po prikazanom načelu moguće je doći do podataka za isporuke malenih kružnopletaćih strojeva, npr. s posebnim naglaskom na čaraparske automate. Karl Mayer i Liba kao europski proizvođači osnovoprepletaćih strojevi su značajni za izradu čipki, zavjesa i tehničkih pletiva u Europi. Međutim, u posljednjih dvadesetak godina sve se više pojavljuju Azijski proizvođači ovakvih strojeva. I za ovu grupaciju moguće je dobiti svjetske isporuke strojeva [17].

5. Zaključak

Uočene su znatne novine u području pripreme vlakana, rotorskog i aerodinamičkog pređenja. Na grebenanju se pojavljuju sustavi kontrole kvalitete pramena sa sve detaljnijom analizama, prati se proizvodnja, detektiraju se elementi strojeva koji uzrokuju pojave grešaka, i sve to u realnom vremenu. Postižu se velike proizvodne brzine strojeva, posebno aerodinamičkih predilica s brzinama od 450 m/min. Prisutan je stalni rast potrošnje vlakana po stanovniku u svijetu. Tako je potrošnja u 1990. god. bila 7,7 kg/stanovniku dok se u 2011. očekuje 11,5 kg/stanovniku. U svjetskoj proizvodnji vlakana pada udio prirodnih vlakana a raste udio kemijskih vlakana. U 1960. god. udio pamuka bio 68 % a umjetnih vlakana 4 %, da bi u 2010. god. udio pamuka pao na 34 % a umjetnih vlakana narastao na gotovo 60 %. Potrošnja vlakana u svijetu također pokazuje snažne promjene u smislu količina i relokacije uzgoja/proizvodnje. Azijske zemlje su preradile 70 % svjetske količine vlakana (NR Kina 45 %, ostatak Azije 25 %). Prvi svjetski konzument pletaćih strojeva je NR Kina. Analize ukupne isporuke pletaćih strojeva prema regijama za 2008. god. u svijetu pokazuju da je Azija prvi kupac kružnopletaćih strojeva, s udjelom od 86,8 %, a Europa samo 5,1 %. Relativno jednostavnije konstrukcije pletaćih strojeva isporučuju zemljama Azije.

Literatura

- [1] Färber Ch., Leder A., Engels G.: Modular solution to combat foreign matter problems in ginning and spinning, *Melliand International* 16 (2010.), 3, 100-102
- [2] www.truetzschler.com, *Pristupljeno* 26. 12. 2011.
- [3] www.rieter.com, *Pristupljeno* 26. 12. 2011.
- [4] www.nsc-holding.com, *Pristupljeno* 26. 12. 2011
- [5] <http://www.muratec.net>, *Pristupljeno* 26. 12. 2011.
- [6] .Again strong decline in short-staple spinning investment, ;*Melliand International* 16, (2010.) 4, 151
- [7] <http://www.schlafhorst.oerlikontextile.com>, *Pristupljeno* 26. 12. 2011.
- [8] Skenderi Z., M. Nikolić: Novosti na području netkanog i tehničkog tekstila, *Tekstil* 53, (2004.) 9, 454-465
- [9] www.edana.org, *Pristupljeno* 11. 11. 2011.
- [10] <http://www.dilo.de>, *Pristupljeno* 25. 11. 2011.
- [11] www.textileword.com
- [12] <http://www.worldometers.info>, *Pristupljeno* 28. 11. 2011.
- [13] <http://www.oerlikontextile.com>, *Pristupljeno* 28. 11. 2011.
- [14] Koslowski H.J. *Chemifaser Lexikon*, Deutsche Fachverlag, 2008., ISBN 978-3-87150-876-9
- [15] <http://www.oerlikontextile.com>; Oerlikon: The Fiber Year 2009/10, A World Survey on Textile and Nonwovens Industry, Arbon 2010., *Pristupljeno* 22. 11. 2011.
- [16] Anson R. i Brocklehurst G.: World Markets for Textile Mashinery: Part 3 – Knitted Fabric Manufacture, *Textil Outlook International*, No 142, 2009., str. 103-131
- [17] <http://www.itmf.org/cms>; *Pristupljeno* 18. 09. 2011.

NOVOSTI U PODRUČJU TKANJA

NOVELTIES IN WEAVING

Stana KOVAČEVIĆ & Željko PENAVALA

Sažetak: Prikazan je razvoj tkalačkih strojeva temeljen na porastu produkcije, automatizacije i kvalitete te racionalizaciji utroška energije. Rezultat tomu je manji trošak rada, veća sigurnost na radnom mjestu, veća fleksibilnost i pouzdanost stroja te moguće upravljanje procesom iz daljine. Utvrđeno je da se neki noviji sustavi tkanja ne razvijaju dalje, kao i neke faze rada u izradi tkanina. Razvoj žakardskih tkalačkih strojeva bez užišta danas predstavlja jednu od najvećih novina u proizvodnji tkanina. Tkalački strojevi za specifičnu namjenu, osobito za tehničke tkanine, kao izrada tkanina u kombinaciji perling veza s ostalim vrstama vezova. Povećanje brzine tkalačkih strojeva nije prioritet, veći naglasak daje se kvaliteti izrade i fleksibilnosti strojeva što potvrđuje novi tkalački stroj tt. Smit textile s jednom utkivnom šipkom za besprijekorno tkanje različitih vrsta potki od najfinijih do najgrubljih efektnih niti. Tekstilni CAD/CAM sistemi su uglavnom modularno građeni i pokrivaju listovno i žakardsko tkanje, te ostala tekstilna područja. Sistemi za listovno i žakardsko tkanje su upotpunjeni sa 3D simulacijom tkanine u pravoj gustoći sa uključenjem svih konstrukcijskih parametara tako da tkanine izgledaju što realističnije.

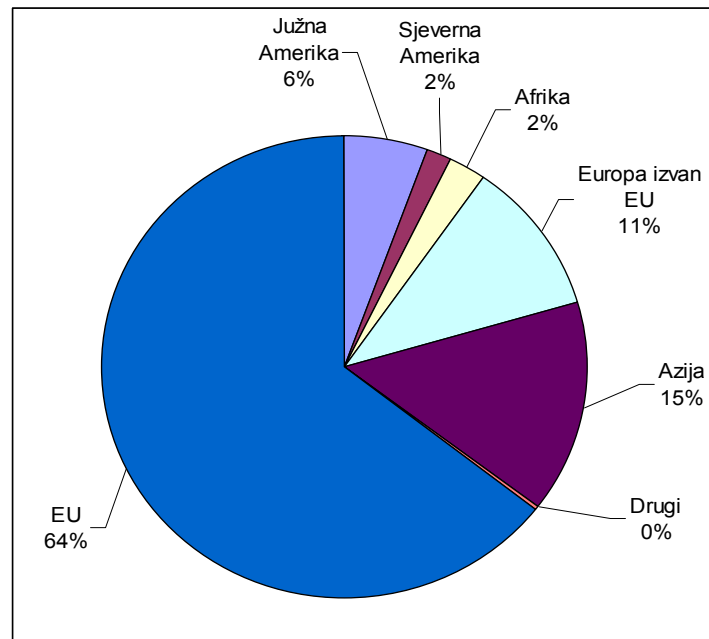
Abstract: The development of weaving machines is based on an increase in production, automation and quality, and the rationalization of energy consumption. The result of this is lower labor costs, increased safety in the workplace, greater flexibility and reliability and possible remote process control. It was found that some newer weaving systems are not developed further as well as some phases of the fabric production. The development of Jacquard weaving machines without harness presents one of the greatest novelties today in the production of fabrics. Weaving machines for specific purposes, particularly for technical fabrics, such as weaving the fabric in combination of perling weave with other weave types, are developed. An increase in the speed of weaving machines is not a priority, more emphasis is given to the quality of workmanship and the flexibility of machinery, which confirms a new weaving machine made by the Company Smit Textile with one rigid rapier for faultless weaving various weft threads made from the finest to the coarsest fancy yarns. Textile CAD / CAM systems are generally modularly built and cover dobby and Jacquard weaving and other textile fields. Systems for dobby and Jacquard weaving are complemented with 3D simulation of the fabric in real fabric density with the inclusion of all structural parameters so that fabrics look more realistic.

Ključne riječi: Razvoj tkalačkih strojeva, ITMA 2011, utkivni učinak, CAD/CAM sustavi, žakardski tkalački strojevi

Keywords: development of weaving machines, ITMA 2011, insertion efficiency, CAD/CAM systems, Jacquard weaving machines

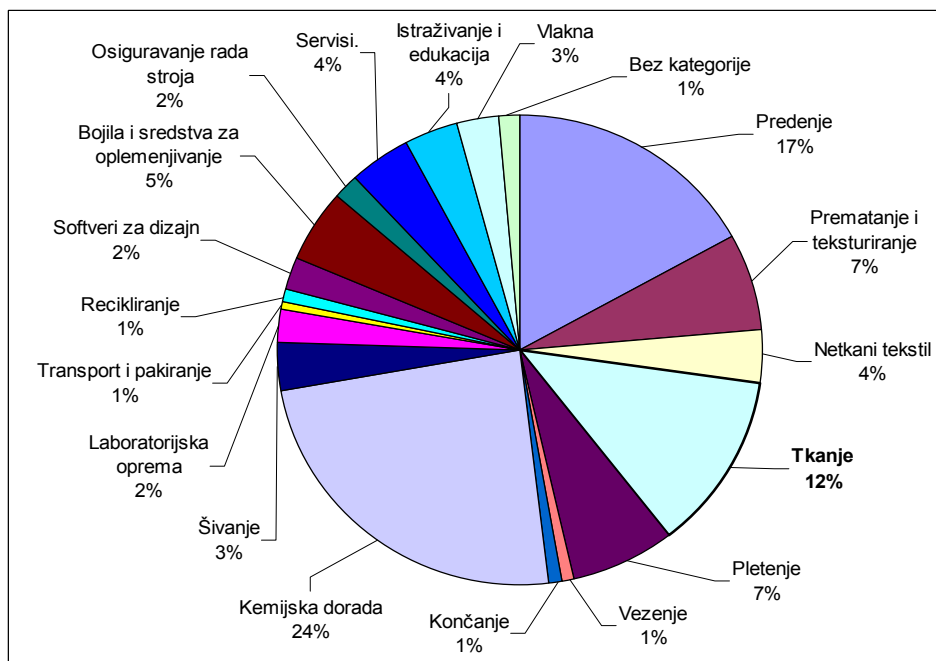
1. Uvod

Najnoviji razvoj u području tkanja usmjeren je na preciznost i kvalitetu izrade tkanina za ciljanu namjenu. U proizvodnju tkanina ugrađuje se sve više kvalitetne inovativne elektronike što omogućuje sve sigurniji rad strojeva te kvalitetan prijenos sve većeg broja podataka. Ugrađena elektronika omogućava da se strojnim parametrima o kojima ovisi kvaliteta tkanine, može precizno upravljati te kontinuirano kontrolirati proces tkanja. Krajnji je cilj u pronalasku optimalnog omjera cijene i proizvodnog učinka kvalitetne tkanine [1-3]. Značajnom napretku u razvoju tkalačkih strojeva zasigurno je pridonijela sve veća suradnja znanstveno-istraživačkih instituta i visokoškolskih ustanova s proizvođačima strojeva, što se potvrdilo i na ovogodišnjem sajmu tekstilnih strojeva - ITMA na kojemu je, u odnosu na 2007. godinu, bilo 50% više izlagača ovog tipa. Prema dostupnim podacima, kod izlagača tekstilnih strojeva na sajmu ITMA 2011 u Barceloni, sudjelovalo je 64% evropskih izlagača, 14% iz Azije, 11% iz evropskih zemalja izvan EU (sl. 1) [4]. Veći evropski proizvođači tekstilnih strojeva prikazali su permanentan razvoj i nova inovativna rješenja specifičnih tkalačkih procesa. Na taj način, preciznošću, kvalitetom i optimalnim omjerom cijene i učinka osiguravaju svoje mjesto na tržištu tkalačke strojogradnje.



Slika 1: Udio izlagača tekstilnih strojeva na sajmu ITMA 2011 u Barceloni

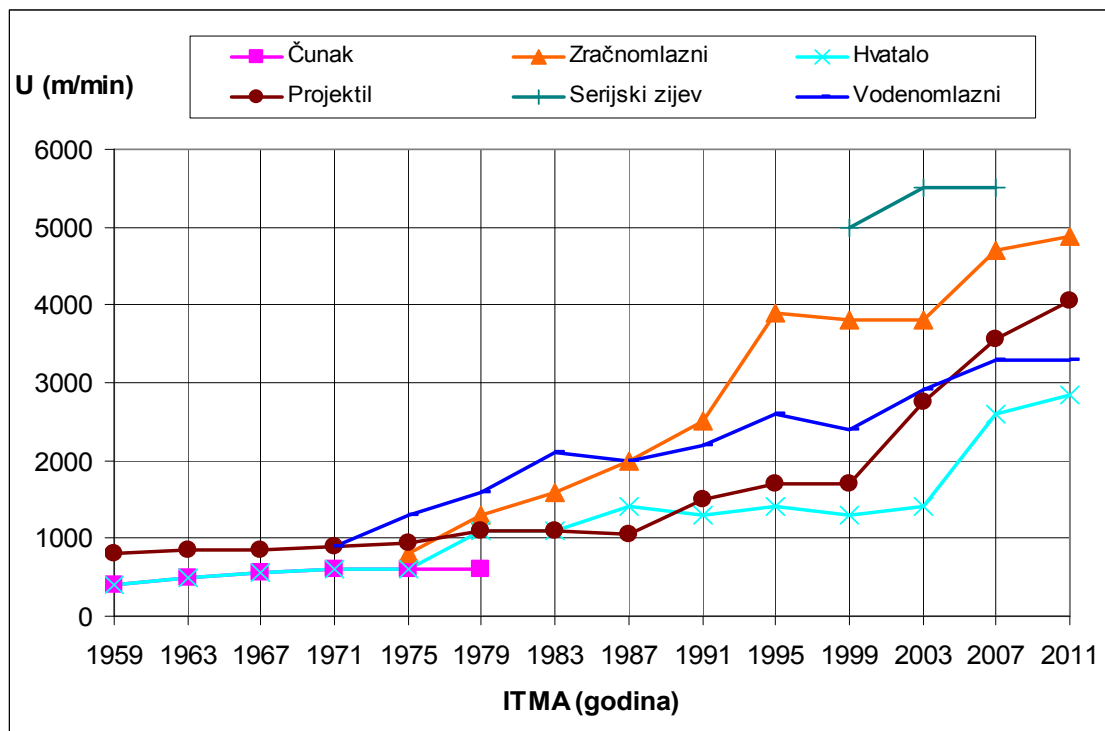
Usmjerenost na važne čimbenike održivosti tekstilne industrije, a time i tkanja, prvenstveno uključuje niže troškove proizvodnje i očuvanje okoliša. Uz značajan razvoj visokih tehnologija na području tehničkog tekstila te izvanredna tehnološka rješenja, ističu se energetske učinkovite i inovativne strojne konstrukcije i u svrhu poboljšanja kvalitete izrade ostalih vrsta tkanina. Fleksibilnost novokonstruiranih modularnih tkalačkih strojeva omogućuje kvalitetnije i učinkovitije tkanje, zajedno sa širokim poljem primjene. Upotreba novih, do jučer nepoznatih, materijala u tkanju s tehničkim rješenjima koja nadilaze sve dosadašnje granice učinkovitosti i fleksibilnosti garantiraju razvoj i proizvodnju inovativnih proizvoda s dodanom vrijednošću. Senzorima nadzirani procesi i elektronički kontrolni sustavi na tkalačkom stroju prisutni su u svakom procesu tkanja. Na taj se način maksimira pouzdanost procesa tkanja uz minimalan broj poslužitelja. Od tekstilnih područja, tkanje je zauzelo treće mjesto po broju izlagača na ovogodišnjem sajmu ITMA (30% oplemenjivanje, 15% predenje, 14% tkanje itd.) (sl. 2) što daje određeno ohrabrenje za daljnji kontinuirani razvoj i jačanje na tržištu [4 5].



Slika 2: Udio tekstilnih područja po izlagačima na ITMA 2011 u Barceloni

2. Razvoj tkalačkih strojeva prema načinu unosa potke

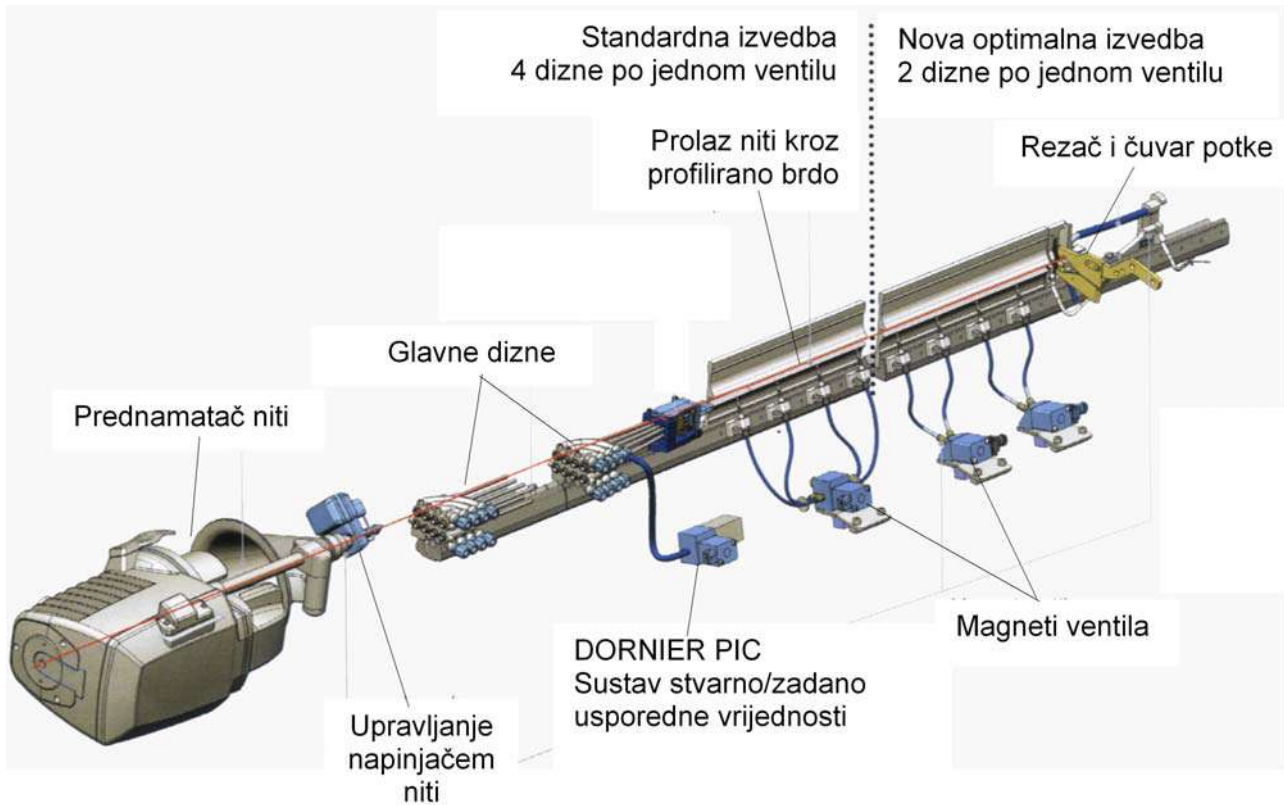
Analizom kretanja utkivnog učinka tkalačkih strojeva tijekom zadnjih 50-tak godina može se utvrditi njegov kontinuirani rast kod gotovo svih načina unosa potke (sl. 3). Usprkos tomu što se brzina strojeva (prema prikazanom na nekoliko zadnjih sajмова ITMA) spektakularno ne mijenja, utkivni učinak ipak raste. Povećanje radnih širina uslijed razvoja specijalnih strojeva za tkanje tehničkih tkanina namijenjenih za cestogradnju, građevinarstvo i industriju uopće, rezultira i povećanom produkcijom strojeva [5, 6].



Slika 3: Prikaz kretanja utkivnog učinka tkalačkih strojeva izloženih na ITMA izložbama

2.1 Zračno-mlazni unos potke

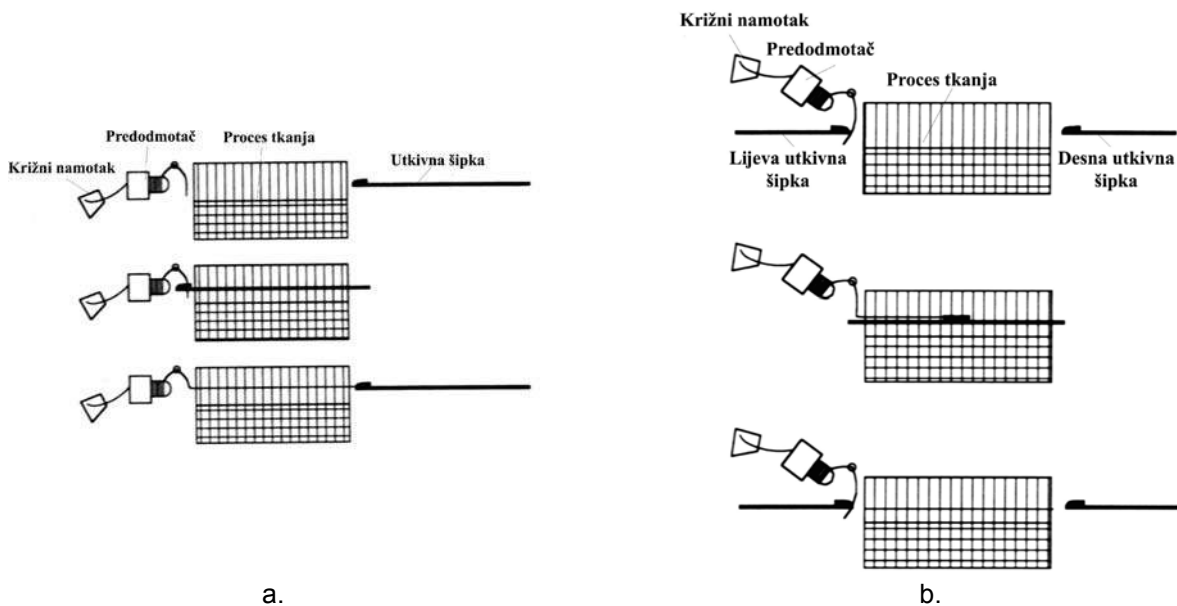
Istraživanja s početka 80-ih godina pokazala su da unošenje potke zračnim mlazom ima velike rezerve učinka te široki spektar primjene. Takav zaključak je potpuno potvrđen jer se danas upravo ovaj način unošenja potke u zijev pojavljuje kod najbržih i najproduktivnijih strojeva. Kako je ovaj način ujedno zahtijevao i najveći utrošak energije, do danas se mnogo učinilo na ekonomičnosti utroška komprimiranog zraka u tom procesu. Isto tako, za postizanje veće gustoće razvijeni su elektroničko upravljani uređaji za vođenje tkanine te kontrolu preciznosti pritkaja brda uz stabilnost bila. Glavna sapnica razvijana je u smjeru postizanja intenzivnog prijenosa sile između ubrzanih djelića zraka i površine pređe. U tom cilju se na sredini prstenastog otvora glavne sapnice zrak ponekad ubrzava i na brzinu zvuka. Upravo u ovom području vrši se intenzivan prijenos sile. Međutim utvrđeno je da se oko niti oblikuje šuplji prostor koji sprečava da se zrak s većom brzinom približi površini pređe. Optimiranjem unutrašnje konture glavne sapnice postignut je efekt da se čestice zraka veće brzine ipak približuju površini pređe i na taj način daju dodatni impuls kretanju potke. Povećanje učinka koje je na taj način postignuto omogućilo je i unošenje potke bez oštećenja te preradu kako grublje tako i fine glatke filamentne niti. Da bi se udvostručila učinkovitost takve sapnice, razvijena je mobilna tandem glavna sapnica tj. dvije glavne sapnice koje su smještene na bilu i podržavaju unos potke tijekom cijele faze ubacivanja. Neprestanim poboljšanjima elemenata za unos potke, te povećanjem tehnološke sigurnosti, tkalački strojevi sa zračno-mlaznim unosom dobivaju sve više na značenju kod proizvodnje standardnih tkanina kao i tkanina s većim gustoćama [5, 7, 8].



Slika 4: Zračno-mlazni sustav unosa potke sa 4 i 2 dizne po jednom ventilu

2.2. Unošenje potke hvatalom s krutom utkivnom šipkom

Sustavi unosa potke hvatalom s krutom utkivnom šipkom odlikuju se, između ostalog, svojom dugotrajnošću, fleksibilnošću i jednostavnošću posluživanja. Krute utkivne šipke omogućuju preciznu i sigurnu primopredaju potke. Strojevi s takvim sustavom omogućuju najveće mogućnosti uzorkovanja po potci. Na početku razvoja ovih sustava potka se unosila jednom utkivnom šipkom (sl. 5a), a daljim razvojem ovih strojeva došlo se do Dewas sustava unosa s dvije utkivne šipke (sl.5b). Na taj način je brzina i produktivnost strojeva gotovo udvostručena [6].



Slika 5: Unošenje potke hvatalom s krutom utkivnom šipkom: a) Ancet-Fayolle sustav; b) Dewas-sustav

Na ovogodišnjem sajmu ITMA -2011, tvrtka Smit Textile izložila je tkalački stroj s jednom utkivnom šipkom, te nekim poboljšanjima u odnosu na Dewas sustav premda je ovakav način unosa potke napušten već u početku razvoja tkalačkih strojeva s hvatalom (sl 6), [7, 8]

Karakteristike izloženog stroja su:

- Utkivni učinak 1500 m/min.
- Moguć unos potke pri manjim napetostima potke što rezultira boljom efikasnošću unosa.
- Smanjena amplituda zijeva čime se postiže bolja efikasnost.
- Smanjena potrošnja energije radi izostanka utkivne šipke s lijeve strane stroja.
- Omogućuje uporabu različitih vrsta pređa za potku koje se inače ne bi mogle koristiti za tkanje kod konvencionalnih tkalačkih strojeva s utkivnim šipkama.



Slika 6: Tkalački stroj tt. Smit Textile s jednom krutom utkivnom šipkom za unos potke

3. Razvoj tkalačkih strojeva prema načinu tvorbe zijeva

Praćenjem razvoja uređaja za tvorbu zijeva može se vidjeti da ovogodišnja ITMA nije imala neke spektakularne novine u ovom segmentu. Vrijedno je ipak spomenuti elektronički upravljački sklop odvojenog pogona žakardskog stroja koji zamjenjuje kardan vezu između dijela za tkanje i žakardskog dijela (sl. 7). Sklop omogućuje dinamičko podešavanje zatvaranja zijeva za vrijeme rada stroja, a ovakav način sinkronizacije žakardskog uređaja i tkalačkog stroja dovodi do smanjenja broja zastoja i prekida osnove, te smanjenog trošenja elemenata stroja. S ovakvim upravljanjem i kontrolom pogona, stroj postiže 6 – 10% veću radnu brzinu [5, 7, 8].



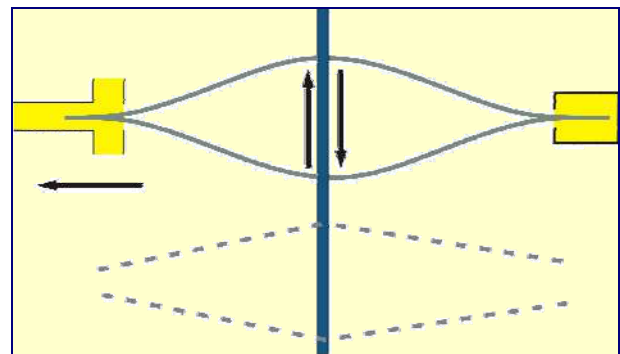
Slika 7: Žakardski tkalački stroj sa sklopom za odvojeno upravljanje žakardskim uređajem

Gledajući razvoj žakardskih strojeva u dužem periodu vrijedno je spomenuti tvrtku Grosse sa svojim Unished žakardom koji radi bez užišta (sl. 8a). Usprkos tomu što nije viđen na zadnjoj ITMA izložbi tekstilnih strojeva

ovaj žakard predstavlja veliku novinu u procesu izrade žakardskih tkanina. Praćenjem dostupnih informacija o razvoju ovog stroja može se optimistički očekivati njegov daljnji razvoj u smislu postizanja većih brzina, ekonomičnosti, sigurnosti i preciznosti u stvaranju zijeve. Formiranje zijeve se odvija pomoću opružnih poluga u obliku šipki, a nastaje djelovanjem potisne ili aksijalne tlačne sile koja ih zakrivljuje (sl. 8a). Svaka opružna poluga sa sobom pokreće i kotlac u koji je uvedena osnovina nit. Zakrivljenjem opružnih poluga stvara se potencijalna energija koja se, njihovim vraćanjem u prvobitan položaj, vraća u sustav na principu njihala (po principu švicarskog fizičara i matematičara Leonhard Euler-a). Korištenjem ovoakvog sustava elementi za spuštanje osnove više nisu potrebni. Kotlaci su direktno povezani s pokretnim elementima čime je užište postalo potpuno nepotrebno, kao ni platine ni igle. Uz mogućnost razvoja velikih brzina tkanja izbjegnuta je i potreba za prostorom s visokim stropovima. Ovakav sustav žakardskog uređaja omogućuje kontrolu svake pojedine niti osnove zahvaljujući Piezo elementima, neograničenu mogućnost uzorkovanja, te fleksibilnost prilikom promjene širine tkanine i gustoće osnove. Prototip je predstavljen na ITMA 1999. pod nazivom Unished 1. Na ITMA-i 2007. predstavljen je model Unished 2 [5, 9].



a.

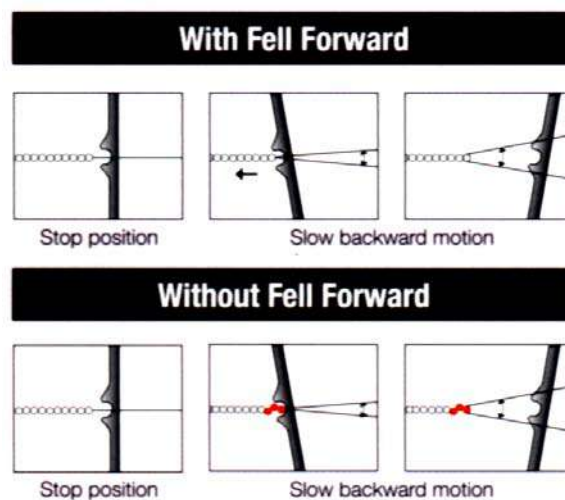


b.

Slika 8: a) Žakard bez užišta tt. Grosse, model: Unished 2; b) način rada lisnatih opruga

4. Razvoj pojedinih elemenata na tkalačkom stroju

Najčešće greške na tkanini (oblika guste pruge po potci) nastaju nakon duljeg stajanja tkalačkog stroja. Uzrok tomu je relaksacija osnovinih niti i time pomak pritkajne linije prema brdu. Uključenjem stroja brdo će svojim pomakom pomaknuti i pritkajnu liniju prema tkanini te će nastati gusta pruga po potci sve do ispravnog položaja pritkajne linije. Ovaj problem riješila je tvrtka Toyota svojim elektroničkim sustavom za automatsku prevenciju pruga po potci koji u momentu pritkivanja djeluje na otpuštanje osnove (sl. 9) [5].



Slika 9: Elektronički sustav za automatsku prevenciju pruga po potci

Tkanine za zavjese su tkanine za kućnu upotrebu i često su otkane u vrlo jednostavnom vezu i od vrlo fine sintetičke pređe. Tkanje zavjesa u kombinaciji perlink ili sukljanog veza s nekim drugim vezom je novost, a

na zadnjoj ITMA izložbi tekstilnih strojeva prikazan je takav stroj (sl. 10). Tvrtnica Dornier sa svojim tkalačkim strojem model: AWS 6/S 12 OC omogućuje izradu tkanina, odnosno zavjesa sa šupljinama na mjestima perlink veza. Otvoreno brdo korisniku omogućuje nezavisno uzorkovanje i premještanje perlink veza po cijelju širini tkanine. Stroj je opremljen sa sustavom zračno mlaznog unosa potke te ima radnu širinu do 360 cm. Osim za izradu tkanina za zavjese namijenjen je i za tkanje tkanina za odjeću te tehničkih tkanina [5, 7].



Slika 10: Tkalački stroj za izradu perlink veza s otvorenim brdom

5. Novije višeslojne tkanine i tkanine od različitih sirovina

Tkanje dvostrukih tkanina koje su međusobno povezane, ali na razmaku od 5 do 500 mm, koristi se kod sirovina od staklenih vlakana za izradu kompozita. Tako nastaje čvrst, lagan i prozračan proizvod sa izvrsnim mehaničkim svojstvima za različitu primjenu u industriji poput pregradnih zidova, dvoslojnih spremnika, ugradnje u unutarnji interijer prometala, kao ojačanje plastičnih ploča na krovovima i stranicama kamiona, armature za krila vjetrenjača (sl. 11b). Punjenjem međuprostora između tkanina sa specijalnim punilima od različitih materijala mogu se koristiti kao izolacijski materijal, u skloništim i slično (sl. 11a) [10].



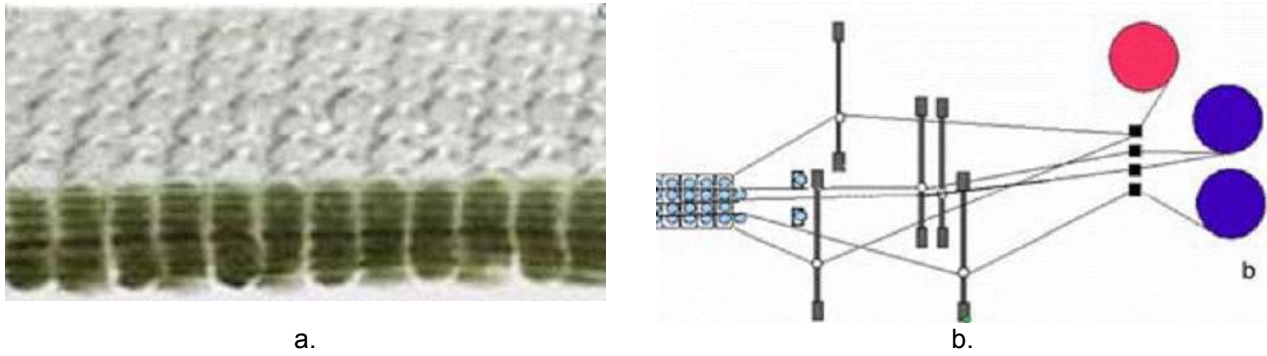
a.



b.

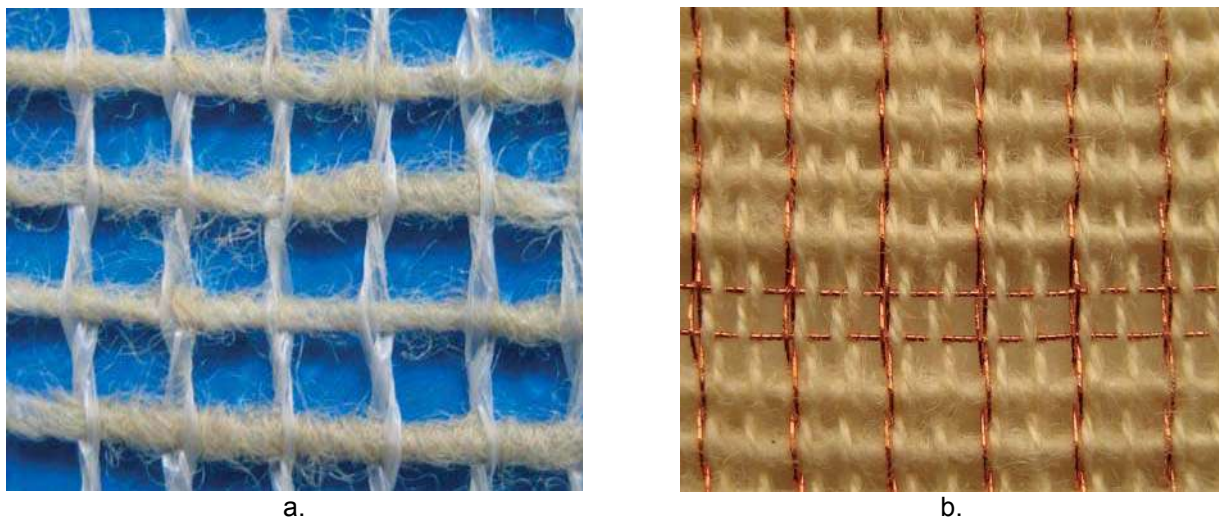
Slika 11: Dvostruka tkanina s razmakom: a) tkanina s ispunjenim međuprostorima; b) krilo vjetrenjače s armaturom od višeslojne tkanine

Višeslojne tkanine su posebna vrsta tkanina koje se tkaju na specijalnim tkalačkim strojevima s unosom potke hvatalima i krutim utkivnim šipkama (sl. 12b). Tkanje se ostvaruje s dva zijeva istovremeno i dva para utkivnih šipki te s tri osnovina valjka. Ove tkanine koje imaju po četiri sloja potke u presjeku (sl. 12a) su prvenstveno namijenjene za balističku zaštitnu odjeću.



Slika 12: Prikaz tkanja i višeslojne tkanine

Tehničke tkanine tkane s različitim sirovinama u perlink (sukljanom) vezu zahtijevaju specifične tkalačke strojeve i tehnološka umijeća da bi se postigla ciljana svojstva (sl. 13).



Slika 13: Tkanine otkane od različitih sirovina: a) osnova: staklena vlakna, potka: lan; b) pamučna i bakrena vlakna u osnovi i potci

6. CAD-CAM sustavi u području tkanja

Posljednjih 65 godina svjedoci smo ubrzanog i snažnog razvoja tekstilnog estetskog dizajna kao i razvoja modeliranja tekstilnih struktura i tekstilne mehanike, a u isto vrijeme se i tekstilni proračuni transformiraju iz primitivnih oblika bojicom i olovkom na papiru u računalne proračune na snažnom softveru i hardveru. Na početku 21. stoljeća računalno podržano projektiranje estetskog dizajna postalo je uobičajeni način pripreme proizvodnje tkanina i ostalih tekstilnih plošnih proizvoda. Posljednjih nekoliko godina intenzivno se radi i istražuje na razvoju softvera s kojim se u prostoru i vremenu mogu modelirati pojedinačni tekstilni elementi od vlakana i pređe pa do konstrukcija samih tkanina. Ovaj proces je nezaustavljiv te će se u narednom razdoblju i na području dubinskog modeliranja tkanina rasprostranjeno koristiti CAD sustavi.

U posljednjem razdoblju cijelo je tekstilno gospodarstvo pod pritiskom zbog zasićenja tržišta. To zahtijeva nove načine rada i nove tehnologije za povećanje prodaje i marketinga, a traži i stalne promjene u ciklusu proizvodnje koji se sada skraćuje na području dizajna i odabira proizvoda, uzorkovanju i pripremi. U ovoj prilagodbi upotreba CAD/CAM sustava odigrava ključnu ulogu jer svodi ideje, pripremu uzoraka, proračun, uzorkovanje i pripremu proizvodnje na iznimno kratko razdoblje. Drugi važan čimbenik koji povećava važnost korištenja CAD/CAM sustava, je globalizacija cijelog procesa proizvodnje. Prijenos podataka preko Interneta je ubrzao i olakšao komunikaciju s udaljenim proizvodnim jedinicama i samim time povećao zahtjeve za fleksibilnošću i brzinom izrade proizvoda. CAD/CAM sustavi koji su prvotno bili namijenjeni samo za razvoj novih modela i dizajna, danas su prošireni i služe i za izradu elektroničkih prodajnih kataloga, što znači da više nije potrebna tehnološka izrada uzoraka koja je zahtijevala mnogo vremena i predstavljala veliki trošak.

Danas, u modernoj tkaonici CIM je uobičajeno prisutan, na primjer, podaci i postavke sa strojeva se putem mreže izravno povezuju na centralnoj radnoj stanici, odakle se šalju na CAD/CAM, PPS (Planning production system) i QMS (Quality Monitoring System) sustave [11].

Diljem svijeta i tijekom svih ovih godina razvijeno je mnogo tekstilnih CAD/CAM sustava čije osnovne značajke, funkcije i alati su više ili manje slični. U njihovu razvoju pionirsku ulogu su imali proizvođači listovki i elektroničkih žakardskih strojeva, jer je to bila nužnost u razvoju računalno upravljanih strojeva. Tek kasnije se na tom poslu javljaju manje računalne tvrtke, bez tekstilne tradicije, ali u uskoj suradnji s tekstilnom industrijom i njenim potrebama. Iako trenutno u svijetu ima više od 100 različitih proizvođača programskih paketa tekstilnih CAD/CAM sustava, ovdje ćemo općenito prikazati karakteristike i dosege nekoliko najraširenijih CAD/CAM software-a na tržištu, odnosno tekstilnoj industriji.

Stäubli, poznati proizvođač mehaničkih i elektroničkih žakardskih strojeva, te listovki u ponudi ima sustav *Programming System 18*. Program je usmjeren na povezivanje sa strojevima te pohranu vezova i tehnoloških informacija, ali nije namijenjen za dizajn i simulaciju tkanine. Ovaj program se prvenstveno koristi za izradu listovnih tkanina programiranjem elektroničkih listovki [12].

Bonas, također poznati proizvođač elektroničkih žakardskih strojeva nudi *FreestyleDesign System* software koji je dizajniran za izradu žakardskih tkanina. Program djeluje na OS Unix u kombinaciji s Sophisovim software-om. Zapravo, to je Sophisov sustav koji nudi sve ono što dobar proizvođač žakardskih strojeva očekuje se od takvih programa a to je u potpunosti računalno integrirana proizvodnja i kvaliteta. Bonas je također razvio i vlastiti programski paket *PC Edit/PC Weave* koji radi na Windows OS i omogućuje popravke i promjene već napravljenih žakar dizajna bez upotrebe CAD sustava. Stoga je prikladan za izravne intervencije u tkaonicama posebno kada su dizajnerski centri od tkaonica razdvojeni [13].

Tvrtka **iN Textile Software Objects**, iz Italije, nudi CAD/CAM programske pakete *Ocean 2* i *Dolphin 2*. Programi rade pod Windows OS, vrlo su korisnički orijentirani i jednostavni za korištenje. *Dolphin 2* je CAD sustav dizajniran samo za listovne tkanine, a žakardsko tkanje nije pokriveno. Program *Ocean 2* predstavlja CAM komponentu i namijenjen je prijenosu podataka u proizvodnju na razne vrste elektronski upravljanih strojeva. Prijenos je omogućen preko nekog medija ili mrežnim sustavom [14].

Engleska IT tvrtka **APSO** pokriva gotovo cijelo tekstilno područje sa svojim *CAD in a box* paketom programa pod Windows OS. U paket su uključeni slijedeći programi: *Dobby Designer*, *Jacquard Designer*, *Tufted Designer*, *Lance Designer*, *Carpet Designer*, *Digital Assistant* i *TDTP Assistant*, *3D Viewer*, *Image Explorer* te *APSO Archive*. Ovaj proizvođač tekstilnog CAD/CAM software-a ističe se po relativno niskoj cijeni navedenog programskog paketa [15].

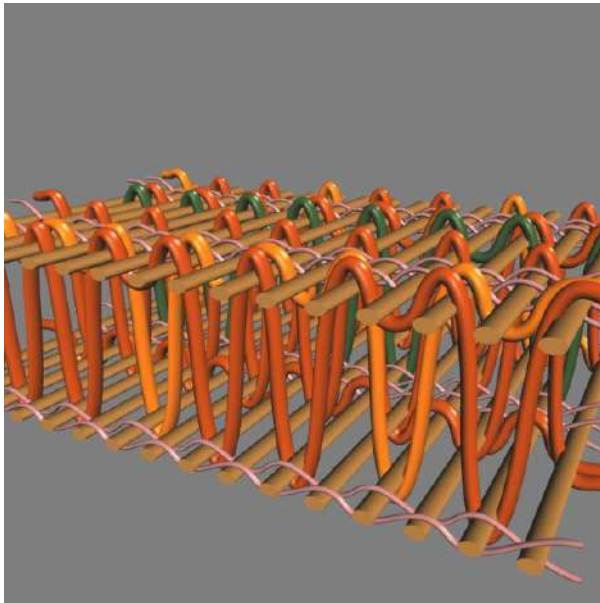
EAT The DesignScope Company je njemačka tvrtka koja svoje CAD/CAM sustave ima instalirane u preko 40 država, a sustav im podržava široko područje, od žakardskog tkanja do osnovinog pletenja. Sustav su prvo razvili za Linux OS, a potom ga prilagodili za Windows OS slijedeći svoja uvjerenja da tekstilni sustavi mogu i moraju biti široko dostupni uz što nižu cijenu. EAT-ov sustav podržava formate zapisa većine poznatih proizvođača listovnih i žakardskih strojeva. Uz mnoge napredne funkcije podržava i 3D prikaz presjeka tkanine kojeg je moguće rotirati u prostoru te tako vidjeti i provjeriti položaje i tijek svake niti. Ova je funkcija vrlo korisna za olakšano projektiranje i dizajniranje višeosnovinih i višepotkinih tkanina [16].

ERES je mala belgijska tvrtka koja je svoj tekstilni CAD/CAM program razvila u suradnji s proizvođačem Van der Wiel-om, a sustav im djeluje pod Windows NT operativnim sustavom. Uglavnom su orijentirani na izradu težih dekorativnih tkanina te frotira i tafta. U sustav je uključen i CAM podsustav za pripremu i postavljanje tehnoloških parametara na strojevima [17].

Tvrtka **Scotweave** je najpoznatija na engleskom tržištu a njen sustav potječe od sustava razvijenog na Scottish College of Textiles koji je radio pod DOS OS. Namijenjen je za industrijsku uporabu, ali i za dizajnerske studije te individualne potrebe. Sustav se sastoji iz više modula (*Jacquard Designer*, *Dobby Designer*, *Drape* i *Scot Color*) te je značajno poboljšan od svog izvornog prethodnika i radi pod Windows OS [18].

Pointcarré je još jedan od tekstilnih CAD/CAM sustava kojeg proizvodi istoimena tvrtka, a koji se prvenstveno razlikuje po radu na MacIntosh OS. To ga čini skupljim prvenstveno zbog skuplje opreme koja je potrebna za njegovo funkcioniranje, ali je zato kompatibilan sa svim ostalim MacIntosh grafičkim, CAD/CAM, 3D i drugim programima. U paketu ovog sustava dolaze *Dobby Weave*, *Jacquard Weave*, *Print Design* i *Weave Design* programi. Gotovi, napravljeni dizajni uzoraka mogu se spremati u formatima za listovne strojeve Staubly, Dornier, Picanol, CDL, Pignone te ručne tkalačke stanove Arm, AVL i Texel. Za žakardske tkanine na raspolaganju su formati za Staubly, Grosse, Bonas i TIS [19].

Nedgraphics je nizozemska tvrtka s više od 30 godina tradicije i jedan od pionira u izradi tekstilnih CAD/CAM sustava. Akvizicijom tvrtke **Info Design** pokrili su cijelo tekstilno područje s različitim programskim paketima za tiskanje, tkanje, pletenje, izradu tepiha, a prodaju i programe za crtanje i oblikovanje. Programski paketi koje nude djeluju na PC računalima pod Windows OS. Njihov temeljni CAD/CAM sustav sadrži module: *Printing Studio*, *Carpet Studio*, *Weaving Studio*, *Merchandising Studio*, *Knitting Studio* i *Fashion Studio*. Programski sustavi su vrlo kvalitetni, ali imaju i visoke zahtjeve na konfiguraciju PC računala [20]. Slika (sl. 14a) prikazuje presjek tkanine dobiven programom *Carpet Studio*, a prikaz simulacije lica tkanine (sl. 14b) izrađuje program *Weaving Studio*.



a.



b.

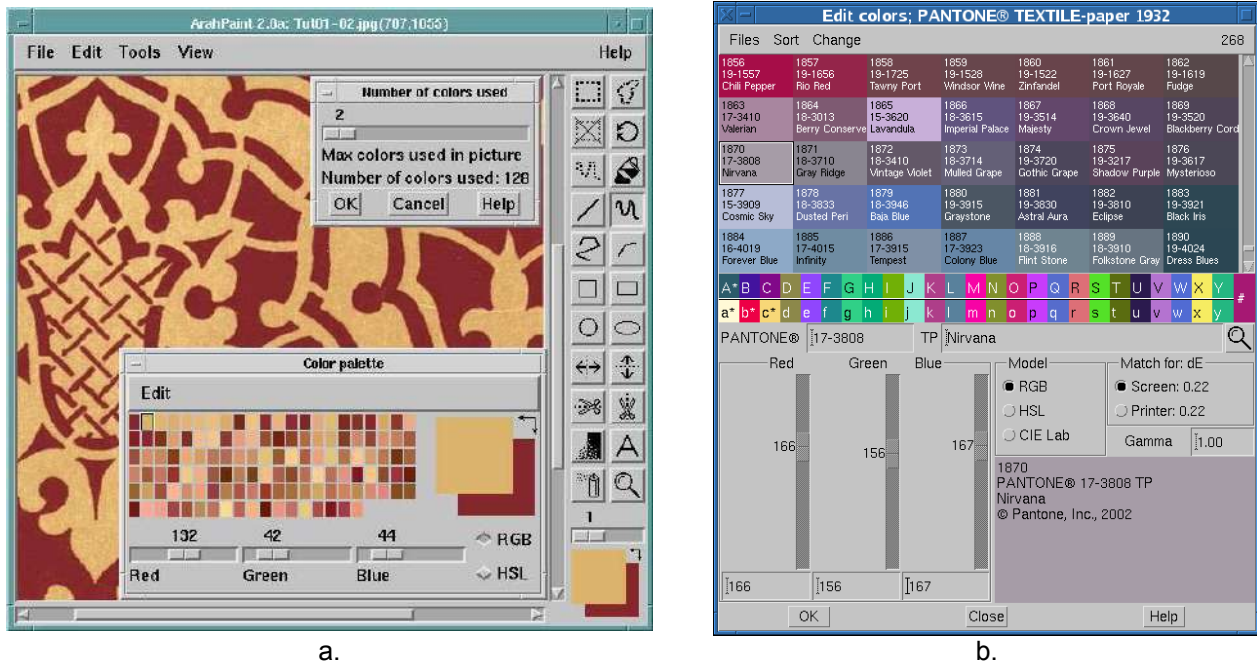
Slika 14: Nedgraphics CAD/CAM software: a) presjek tkanine; b) simulacija tkanine

PIXEL ART je španjolska tvrtka, relativno malo poznata po Evropi jer svoje sustave uglavnom distribuira po bivšim španjolskim kolonijama. Programski sustavi su na modularnoj bazi i pokrivaju skoro sva područja, od žakardskog tkanja i listovnog tkanja, kao i frotire, tepihe, etikete, rašele, tisak, i 3D simulacije. Programi rade na Windows OS, čime je osigurano korištenje svih Windows kompatibilnih ulazno-izlaznih jedinica, a sustav se sastoji od slijedećih modula: *Pixelart Design System*, *Dobby weaving*, *Jacquard Fabric*, *PIXELSHOW* [21].

Tvrtka **COLORADO International**, američki proizvođač tekstilnih CAD/CAM sustava, po preuzimanju od strane **Lectra - Systems** nastavlja sa razvojem takvog software-a na način da prelazi sa Apple OS na Windows OS, odnosno u novom okruženju razvija software paralelno na oba operativna sustava. Programski paketi su uglavnom namijenjeni za listovno tkanje dok im je dio za žakardsko tkanje slabije razvijen [22].

Sophis Systems je belgijska tvrtka s dugogodišnjom tradicijom i spada u svjetski vrh proizvođača tekstilnih CAD/CAM sustava. Diljem svijeta imaju prodanih i instaliranih preko 2500 programskih paketa, a pokrivaju sva područja tekstilnog tiska i tkanja. Sophisovi programi rade na Linux OS, a kod svakog žakardskog i listovnog uzorka tehnički podaci pohranjeni su tako, da ih je moguće prenijeti na svaki sustav koji radi na As400, Unix, Linux, Novell NT ili Windows operativnom sustavu [23].

Sa slovenskom tvrtkom **Arahne** zaokružimo ovaj spisak važnijih proizvođača tekstilnih CAD/CAM sustava. Ova tvrtka uspješno diljem svijeta prodaje svoj sustav pod nazivom *ArahPaint* (sl. 14a) i *ArahWeave* (sl. 14b) s kojim pokriva kompletno područje tkanja, i listovno i žakardsko. Specifičnost njihovog softvera je da korisnike samo jednog sustava ne ometaju opcije drugog sustava, a u mogućnosti su iskoristiti zajedničke napredne opcije za oba sustava. *ArahWeave* omogućuje realnu simulaciju tkanine, posjeduje implementiran CAM sustav za elektronske žakarde, a podržava Bonas, Grose, Schleicher, Staubly JC3, JC4, JC5 i TIS/Actrom formate žakardskog zapisa [24].



a.

b.

Slika 14: Arahne CAD/CAM software: a) ArahPaint; b) ArahWeave

Ovdje je još svakako nužno spomenuti i jedan OpenSource CAD sustav koji se pod nazivom *TexGen* razvija **University of Nottingham**, a važna je karika u razvoju CAD/CAM sustava za tehnički tekstil koji tek ulazi u razdoblje računalnog projektiranja i proizvodnje, što se naročito odnosi na projektiranje 3D tekstilnih podloga za kompozite kao i proizvodnje specijalnih oblika tkanina i pletiva za sofisticirane proizvode visoke tehnologije (avionska i svemirska industrija, vojne potrebe i sl.) [25, 26].

Iz svega navedenog jasno je da se od dobrog CAD/CAM softvera zahtijeva pokrivanje kompletnog proizvodnog programa, modularnost (mogućnost nabavke samo jednog modula, na primjer, samo za listovno tkanje), te univerzalnost i otvorenost sustava. Moderne tkaonice teže ka ubrzanju kretanja materijala i robe te računalnoj integraciji. Iako su današnji CAD sustavi izrazito korisnički orijentirani, još uvijek je za dobre rezultate nužno potrebno izvrsno poznavanje adekvatne tekstilne struke.

Literatura

- [1] Prikazi strojeva: ITMA Weaving na sajmu ITMA 2011 u Barceloni, Tekstil 60 (4) 174-175
- [2] <http://www.picanol.be/PICBESITE/EN/> Pristupljeno: 01.12.2011.
- [3] <http://www.itemagroup.com/en-US/Pages/default.aspx> Pristupljeno: 01.12.2011.
- [4] <http://www.itma.com/index.html> Pristupljeno: 01.12.2011.
- [5] Prospekti sa ITMA 2012 od sljedećih tvrtki: Picanol, Dornier, Wamatex Iteama Weaving, Sultex Iteama Weaving, Stäubli, Smit Textile, Schönherr, CCI tech inc., Toyota, Grosse
- [6] Kovačević, S.; Dimitrovski, K. & Hađina, J.: *Procesi tkanja*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, ISBN 978-953-7105-21-1, Zagreb, (2008)
- [7] Prikazi strojeva: Dornier na sajmu ITMA 2011 u Barceloni, Tekstil 60 (4) 170-172
- [8] <http://www.lindauerdornier.com/webmaschine> Pristupljeno: 01.12.2011.
- [9] <http://www.indiantextilejournal.com/products/PRdetails.asp?id=403> Pristupljeno: 01.12.2011.
- [10] http://www.velvet_weaving_machines/VTR23_dobby_velvet/ Pristupljeno: 01.12.2011.
- [11] <http://www.indiantextilejournal.com/articles/FAdetails.asp?id=4058> Pristupljeno: 02.12.2011.
- [12] <http://www.staubli.com> Pristupljeno: 01.12.2011.
- [13] <http://www.bonas.be> Pristupljeno: 02.12.2011.
- [14] <http://www.datatex.com> Pristupljeno: 02.12.2011.
- [15] <http://www.apso.com> Pristupljeno: 02.12.2011.
- [16] <http://www.designscopecompany.com> Pristupljeno: 02.12.2011.
- [17] <http://www.eres.be> Pristupljeno: 02.12.2011.
- [18] <http://www.scotweave.com> Pristupljeno: 03.12.2011.
- [19] <http://www.pointcarre.com> Pristupljeno: 03.12.2011.
- [20] <http://www.nedgraphics.com> Pristupljeno: 03.12.2011.
- [21] <http://www.pixelart.es> Pristupljeno: 03.12.2011.

- [22] <http://www.lectra.com> *Pristupljeno*: 01.12.2011.
[23] <http://www.sophis.be> *Pristupljeno*: 02.12.2011.
[24] <http://www.arahne.si> *Pristupljeno*: 02.12.2011.
[25] <http://www.texeng.co.uk> *Pristupljeno*: 03.12.2011.
[26] <http://texgen.sourceforge.net> *Pristupljeno*: 03.12.2011.

KVALITETA – CENTRALNA TEMA U BOXMARK LEATHER D.O.O.

QUALITY – CENTRAL FOCUS ON BOXMARK LEATHER LTD.

Daniel PANTALER; Darko MIHALINA & Ivan VINCELJ

Sažetak: *Boxmark Leather d.o.o. jedan je od vodećih proizvođača kožnih navlaka za autosjedala. Kako se radi o iznimno zahtjevnoj grani industrije (autoindustrija) te specifičnom materijalu (koži) koja ima relativno visoku cijenu a ne dozvoljava popravke, potrebna je visoka razina kvalitete da bi se zadovoljili zahtjevi kupca. Zbog toga je u proizvodnom procesu uspostavljeni monitoring kvalitete kroz cjelokupni proizvodni proces kroz ulaznu kontrolu, međufaznu kontrolu te završnu kontrolu. Kod ulazne kontrole kontroliraju se svi materijali koji ulaze u proizvodni proces te se ujedno razvija odnos s dobavljačima kako bi se osigurala viša razina kvalitete. Kroz cjelokupni proizvodni proces provodi se međufazna kontrola prvenstveno kroz samokontrolu radnika te dodatne kontrole. Oko 30% zaposlenika uključeno je u neki vid kontrole. Završna kontrola osigurava kvalitetu gotovog proizvoda. U sustavu kontrole koriste se najmodernije tehnologije te se radna mjesta prilagođavaju potrebama. Na taj način Boxmark Leather osigurava zavidnu razinu kvalitete koji mu osigurava način da postane „Global Player“ i vodeći proizvođač u svojoj branši.*

Abstract: *Boxmark Leather Ltd. is one of the leading seat cover producers in automotive industry. As automotive is an extremely demanding industrial branch, and leather a specific high-priced material which does not permit reparations, the demanding focus is based on high quality level to keep up with customer demands. Because of the stated points a quality monitoring was established in complete production process, reaching from entry control through intermediate control to the final control. At the entry control all materials, that are to enter in the production process, are controlled, but as well, here the customer-relations are being established and maintained to assure the high quality level. The intermediate control is performed in all phases or production process. It is based mostly on self-control of the workers, but there are also additional controls established. Approximately 30% of all workers are included in some control-aspect. The final control assures the quality of final product. The quality system is supported by newest modern technologies and the working places are modified accordingly. In this way Boxmark Leather assures the highest quality level which classifies him as a “Global Player” and a leading producer in the stated industrial branch.*

Ključne riječi: *koža, kvaliteta, autoindustrija, kožne navlake za autosjedala.*

Keywords: *leather, quality, automotive, leather seatcovers.*

1. Uvod

Boxmark grupa, jedan od vodećih svjetskih proizvođača kože za automobilsku industriju, ima sjedište u Feldbachu u Austriji. Visokokvalitetna koža za automobilsku industriju glavni je proizvod u ovom pogonu kojeg podržava odjel za istraživanja i razvoj s vrhunski opremljenim fizikalnim i kemijskim laboratorijem. Podršku centrale imaju proizvodni pogoni u Jenersdorfu u Austriji (proizvodnja i dorada kože za namještaj), u Brandsenu u Argentini (štavljenje i dorada kože za automobilsku industriju), u Kidričevu, Slovenija (istraživanje i razvoj, krojenje i šivanje kožnih navlaka), te najnoviji i najmodernije opremljeni proizvodni pogon u Trnovcu Bartolovečkom u Hrvatskoj gdje se proizvode najkvalitetnije kožne navlake za vrhunske svjetske marke automobila.

Proizvodnja u Hrvatskoj počela je u siječnju 2001. godine sa sedam zaposlenika na 700 m² iznajmljenog proizvodnog prostora, da bi u 2011. godini ukupan broj radnika porastao na gotovo 3100, a proizvodi se na 30.000 m² vlastitog prostora.

Glavne djelatnosti u Boxmarku HR su krojenje kože i tekstilnih materijala, laminiranje kožnih iskrojnih dijelova tekstilnim materijalima, šivanje kožnih navlaka, te tapeciranje manjih dijelova interijera automobila kožom.

Boxmark Hrvatska proizvodi visokokvalitetne kožne navlake i kožne iskrojne dijelove za najrenomiranije svjetske proizvođače automobila (OEM) kao što su Daimler (Mercedes S-klasa), Audi (A1, A5, A6, A7, Q5, Q7, RS6, TT, TTR), Volkswagen (Phaeton, Touareg, Passat, Golf 6, Eos, Touran), Porsche (Cayenne), Opel (Epsilon), Ford (Focus Individual), Škoda (Superb) i druge.

Zahtjevi automobilske industrije u pogledu kvalitete iznimno su veliki, te je stoga cijela proizvodnja prilagođena monitoringu kvalitete, od ulaza sirovina u proizvodni proces, preko kontrole kod svakog proizvodnog procesa, pa sve do gotovog proizvoda.

Proizvodnja kožnih proizvoda u odnosu na tekstil vrlo je specifična u pogledu prerade i troškova, jer se pogreška nastala u proizvodnji može teško ili nikako popraviti. Iz tog razloga potrebno je strogo pratiti kvalitetu u svakom koraku proizvodnje kako bi se eventualne pogreške što prije otkrile, jer su troškovi u ranoj fazi proizvodnje mnogo manji nego kod gotovog proizvoda.

Da Boxmark Hrvatska zadovoljava visoke standarde automobilske industrije [2] dokazuju i certifikati ISO 9001, ISO TS 16949 i CHINA COMPULSORY CERTIFICATE za kinesko tržište, a o zadovoljavanju ekoloških normi svjedoči certifikat ISO 14001.

Visoku razinu kvalitete Boxmark HR postiže zahvaljujući konstantnom ulaganju u optimiranje procesa kao i školovanju i usavršavanju postojećih i zapošljavanju novih visokoobrazovanih kadrova.

2. Eksperimentalni dio

U sklopu kontrole kvalitete kroz cjelokupni proizvodni proces kontrolira se u svim fazama nastanka proizvoda [1]. Kontrole se vrše prilikom ulaska kože i materijala u proizvodnju (ulazna kontrola), međufazna kontrola u svim procesima te završna kontrola gotovih proizvoda (kožnih krojnih dijelova ili gotovih navlaka).

Ulazna kontrola

Ulazna kontrola vrši se prilikom preuzimanja kože i materijala u ulazno skladište. Tom prilikom kontroliraju se zadane karakteristike kože ili materijala ovisno o vrsti, boji, specifikacijama...

Osim same kontrole kože i materijala u sklopu ulazne kontrole obavlja se i unapređenje odnosa s dobavljačima (menadžment dobavljača) s ciljem podizanja razine kvalitete ulaznih materijala. Menadžment dobavljača vrši se u skladu s međunarodnim normama za automobilsku industriju (ISO TS 16949, APQP, VDA, PPAP).

Međufazna kontrola

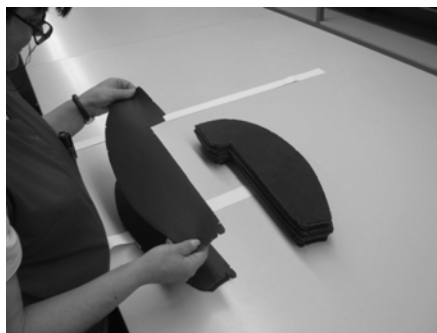
Kako bi se što prije u proizvodnom procesu uočile greške i na taj način smanjili troškovi, kvaliteta izrade se kontrolira kroz sve faze nastanka proizvoda. Međufazna kontrola se prvenstveno bazira na samokontroli radnika prilikom obavljanja operacije te svaki radnik svoj rad ovjerava osobnim pečatom. Osim toga poluproizvod prolazi kroz niz kontrolnih točaka u samom procesu, a međufazni kontrolori obilaze više puta u smjeni svako radno mjesto i kontroliraju poštivanje svih specifikacija i zahtjeva te pravilno izvođenje operacija.

Završna kontrola

Završnu kontrolu možemo podijeliti u dvije grupe ovisno o gotovom proizvodu koji se isporučuje (kožni krojni dijelovi ili sašivene kožne navlake). Sortiranje kožnih krojnih dijelova može biti međufazna kontrola ako se kontroliraju krojni dijelovi navlaka koje se šivaju u Boxmarku ili završna kontrola ako se krojni dijelovi isporučuju kupcu.

Prilikom sortiranja krojnih dijelova kontroliraju se:

- Kvaliteta i karakteristike kože
- Površinska obilježja kože (greške na koži)
- Dimenzije krojnih dijelova
- Kompletiranost krojnih dijelova za jednu navlaku



Slika 1: Sortiranje (kontrola) kožnih krojnih dijelova

Tom prilikom koriste se razne metode za unapređenje samog procesa kontrole kao što su prilagođenost radnog mjesta ergonomskim zahtjevima (rasvjeta, organizacija, raspored elemenata,...), Poka-Yoke

metodologija (folije za kontrolu i komisioniranje krojnih dijelova), školovanje svakog zaposlenika, dostupnost potrebnih dokumenata, kataloga, specifikacija itd.
 Kontrola sašivenih kožnih navlaka provodi se u skladu s zahtjevima i specifikacijama kupca. Kontrolira se interaktivno koristeći informacijski sustav.
 Prilikom kontrole na monitoru se prikazuju specifikacije i slika kontrolirane karakteristike, a zadovoljenje ili eventualna greška odmah se unose u informacijski sistem.



Slika 2: Final Quality Check, a - monitor, b – kontrola sašivenih kožnih navlaka

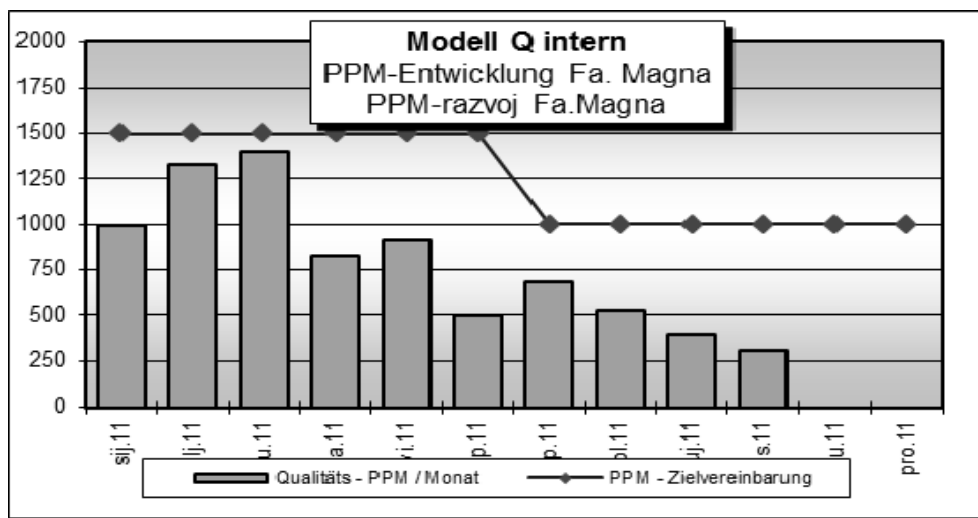
Nakon provedenih kontrola dodatno se kvaliteta kontrolira kroz Q-Wall (nadkontrola) te provođenjem Produktaudita (kontrola zadovoljenja zahtjeva na proizvod) [3].

Sve kontrole namijenjene su smanjenju broja grešaka na gotovim proizvodima na razinu koju kupac prihvaća, a koja je izražena u greškama na 1.000.000 isporučenih komada (PPM).

3. Rezultati i rasprava

Cjelokupna kontrola kvalitete kao i upravljanje kvalitetom kroz sustav upravljanja kvalitetom usmjereni su povećanju zadovoljstva kupca, smanjenju troškova proizvodnje i optimizaciji svih procesa.

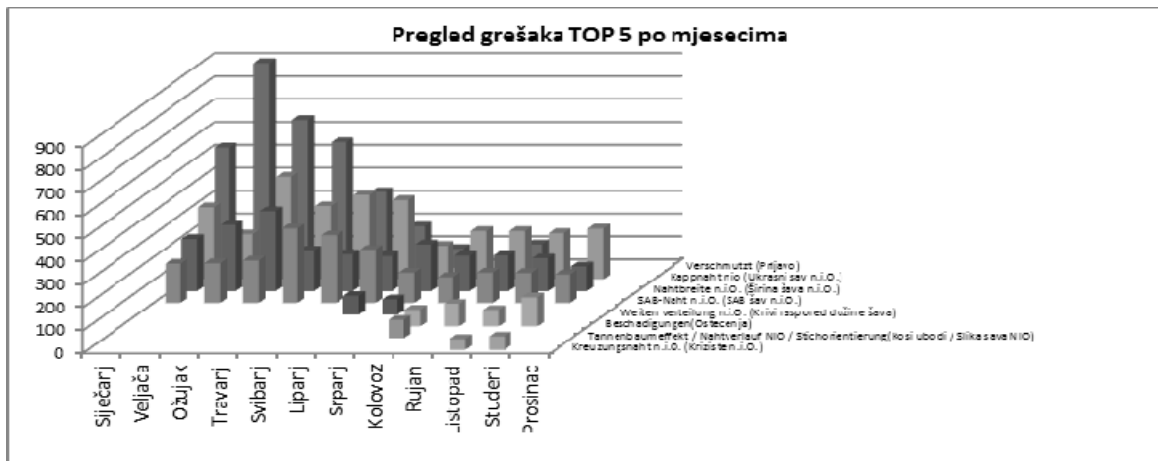
Ostvarenje postavljenih ciljeva prati se koristeći različite alate i metode uobičajene u automobilskoj industriji. Količina PPM-a prati se prema kupcima.



Slika 3: Pregled grešaka (PPM) po mjesecima

Na priloženoj slici prikazani je udio grešaka na sašivenim kožnim navlakama za model Audi Q5 u 2011. godini. Vidljiva je ciljana vrijednost (1500 PPM) koja je prema zahtjevu kupca smanjena u drugoj polovici godine. Također je vidljivo da kroz cijelu godinu ostvarena vrijednost je ispod ciljane vrijednosti s trendom smanjenja.

Kao stalna briga o kvaliteti radi se interni monitoring grešaka prema vrstama i količini te se kontinuirano poduzimaju mjere za smanjenje grešaka kao prema vrsti tako prema ukupnom broju.



Slika 3: Pregled TOP5 grešaka po mjesecima

Pregled pokazuje pet najznačajnijih grešaka (s najvećim brojem pojavljivanja) u svakom mjesecu (TOP 5). Iz dijagrama je vidljivo da su generalno kroz 2011. godinu smanjeni apsolutni iznos grešaka po svakoj grešci te da je u samoj strukturi grešaka došlo do promjena. Neke greške su smanjene na razinu koja je ispod pet najznačajnijih, a „nove „ greške koje su ušle u prvih pet grešaka i dalje su na vidljivo nižem apsolutnom iznosu.

4. Zaključci

Zbog specifičnosti proizvodne grane (autoindustrija) te materijala koji prerađuje (kože), potreba za kvalitetom u Boxmark Leather d.o.o. je iznimno velika. Zbog toga se velika pažnja polaže kvaliteti na svim razinama firme. Kontinuirano unapređenje kvalitete i smanjenje grešaka postiže se kroz mjere kao što su: pozicioniranje kvalitete unutar organizacije, školovanje svih zaposlenih prema potrebi radnog mjesta, prilagođavanja radnog mjesta potrebama, optimiranje svih procesa te intenzivne kontrole kroz cijeli proces. Obuhvaćeni su svi vidovi kontrole od ulazne kontrole, samokontrole zaposlenika, međufazne kontrole te završne kontrole. Na taj način se uspijeva ostvariti postavljeni cilj od strane kupaca i vodstva firme. Samo na taj način može se unaprijediti zadovoljstvo kupca.

Literatura

- [1] QUALITÄTS- und UMWELTMANAGEMENT HANDBUCH (QUMH), Boxmark Leather, 11/2011
- [2] ISO 16949 Quality management systems - Particular requirements for the application of ISO 9001:2008 for automotive production and relevant service part organizations, Third edition 2009-06-15
- [3] VDA: Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie, Teil 5, Produktaudit, September 2008

Zahvala

Kvaliteta na prvi pogled nije opipljiva stvar, već je aura, atmosfera, dobar osjećaj da jedno poduzeće u svim njegovim procesima odlično radi. S toga zahvaljujem cjelokupnom vodećem timu Boxmark d.o.o. Hrvatska a posebno suradnicima iz odjela osiguravanja kvalitete na zavidnim rezultatima u 2011 godini.

DOBRI PRIMJER IZ PRAKSE, KLASTER KLG GRUPA

A GOOD PRACTICE EXAMPLE, KLASTER KLG GRUPA

Ines KATIĆ KRIŽMANČIĆ

Sažetak: *Prikazan je klaster KLG grupa s temom poslovnog odijevanja kao primjer udruživanja više tvrtki iz područja odjevne, obućarske i galanterijske industrije iz Hrvatske. Predstavljene su aktivnosti Klastera koje su prethodile izradi poslovne kolekcije. Vizualno i dizajnerski objedinjena kolekcija brenda KGL je izrađena i bit će prezentirana i na Znanstveno-stručnom savjetovanju Tekstilna znanost i gospodarstvo TZG 2012.*

Abstract: *The paper presents Klaster KLG Group with the theme of business clothing as an example of the association of several companies in the field of clothing, footwear and fancy goods industries of Croatia. The activities of the Cluster, which preceded the creation of a business collection, are presented. The collection of the KGL brand in visual and design terms has been made and will be presented at the Scientific and Professional Conference Textile Science and Economy TZG 2012.*

Cljučne riječi: *klaster, KLG grupa, poslovno odijevanje, kolekcija*

Keywords: *cluster, KGL grupa, business clothing, collection*

1. Uvod

Kada se više poslovnih subjekata iz neke gospodarske grane poveže u razne poslovne odnose, nastaje Klaster, orig. „Cluster“, engl. grozd, skupina. Radi se o kooperaciji koja za cilj ima poboljšanje poslovanja. U razvijenim gospodarstvima klasteri nisu novost, štoviše, oni su ondje u punom zamahu.

Iskustva ne samo razvijenih, već i onih manje razvijenih, kao i post-tranzicijskih zemalja, pokazuju da su klasteri jedan od temelja rasta konkurentnosti gospodarstva, ekonomskog rasta i zaposlenosti [1]. U tom smislu, inicijative za razvoj klastera i sam njihov razvoj od velikog je značenja za daljnji rast i razvoj hrvatskog gospodarstva [3].

Klaster je oblik strateškog saveza, odnosno grupa srodnih poduzeća iz jedne grane. Ta grupa uključuje i proizvođače sirovina, vladine i nevladine organizacije, pa čak i obrazovne i znanstvene institucije koje su se udružile radi rješavanja zajedničkih problema. Smatra se da klasteri podižu produktivnost i konkurentnost kompanija, koje tada postaju snažnije u nacionalnom i globalnom smislu [6].

Pitanje razvoja klastera od samog početka privlači mnogo pozornosti vlada, konzultanata i poslovnog svijeta, a mnogi su se tom konceptu udruživanja okrenuli upravo kako bi potaknuli i urbani te regionalni ekonomski rast i razvoj [2].

Malo i srednje gospodarstvo kičma je razvoja tržišnih gospodarstava; ono stvara nova radna mjesta i povećava konkurentnost. Odrednice konkurentnosti pomiču se s makroekonomske politike na mikroekonomsku razinu, gdje dominantno mjesto zauzimaju poduzeća, povezivanje u klaster te postizanje njihove konkurentnosti.

Formiranje klastera predstavlja i globalni trend. Pozornost je usmjerena na povezivanje poduzeća kako bi se lakše probila na inozemnom tržištu, poboljšala kvaliteta, ali i kako bi svojim razvojem nametnula potrebu bržeg i kvalitetnijeg razvoja svih poduzeća okupljenih u klaster. Pri tome bi klasteri trebali biti usmjereni i na primjenu koncepcije održivog razvoja. Takvi klasteri mogu pridonijeti usmjeravanju regije k održivim obrascima proizvodnje i potrošnje, što pridonosi očuvanju okoliša i podizanju kvalitete življenja lokalne/regionalne zajednice u kojoj djeluju. Istraživanja provedena u nekim zemljama EU to su potvrdila.

Pokazalo se da su održivi klasteri osobito pogodni za mala i srednja poduzeća [4].

1.1 Primjeri uspješnih klastera u svijetu

Škotska, Baskija i Katalonija bili su pioniri u ovom obliku udruživanja još 1992. godine. To su uglavnom bile regionalne inicijative. Od tada većina zemalja provodi politiku klasterizacije. Čak su i odjeli ekonomskog razvoja organizirani oko klastera, kao što je to slučaj u Nizozemskoj. „Institut Competitiveness“, kojim rukovodi prof. Michael E. Porter, okuplja većinu onih koji prakticiraju klaster u svijetu. Trenutno postoji u klasterima Instituta oko 250 članova iz 40 zemalja, od Japana do Južne Afrike, Indije, Finske, SAD, Australije, Meksika i Čilea [5].

Primjera lokalnih klastera sa sinergijskim efektima za regionalnu ekonomiju ima dosta, a najpoznatiji po uspješnosti su: industrijski klasteri u sjevernoj Italiji i Španjolskoj, klasteri metalne industrije u Njemačkoj i

Švicarskoj. Svjetski poznati klasteri visokih tehnoloških aglomeracija su Silicon Valley u SAD ili Toyota City u Japanu, biznis poslovni centri u Hong Kongu, Londonu i drugi [1].

1.2 Klasteri u Hrvatskoj

Inicijativa za osnivanje i poticaj klastera te njihov razvoj od izuzetnog je značenja za daljnji rast i razvoj hrvatskog gospodarstva. Stoga je Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva u razdoblju od 2005. – 2010. godine snažno poticalo razvoj ovog oblika udruživanja koje je okupljalo 504 tvrtki s više od 25.000 zaposlenih [4].

Trenutno je u tijeku projekt pod nazivom “Podrška razvoja klastera” koji se financira sredstvima Europske unije kroz IPA IIIC program, a namijenjen je strategiji razvoja klastera u Republici Hrvatskoj za period od 2011.-2020. Projekt se provodi pod pokroviteljstvom Vlade RH i zajedno s Ministarstvom gospodarstva, rada i poduzetništva. Ovaj projekt ima za cilj unaprijediti konkurentnost hrvatskog gospodarstva kroz poboljšanu kvalitetu i mehanizme potpore namijenjene investitorima i malim i srednjim poduzetnicima na nacionalnoj i regionalnoj razini. Predviđeni rezultati projekta su povećati dodanu vrijednost proizvodnje i izvoznog potencijala članica klastera koje uglavnom čine mali i srednji poduzetnici.

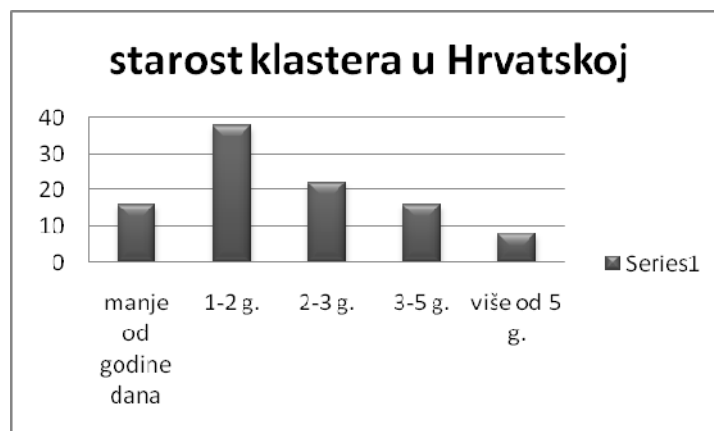
Pružanje podrške regionalnim klasterima planirano je na poljima: poslovne strategije, međunarodnog marketinga, razvoja proizvoda, razvoju menadžerskih vještina, suradnji s komplementarnim međunarodnim klasterima, i podršci MINGORP-u pri definiranju projekata za “povlačenje” sredstava iz strukturnih fondova EU za regionalni razvoj kroz klastere [8].

Krajnji cilj je što bolja suradnja i sinergija industrije, znanstveno-obrazovnih / znanstveno-istraživačkih institucija i vlade (sl. 1).



Slika1: Sinergija i suradnja industrije, znanstveno-obrazovnih/znanstveno-istraživačkih institucija i vlade

Analiza stanja klastera (sl. 2 i 3) u Hrvatskoj pokazuje da je najveći broj klastera osnovan unazad tri godine, a najveći razlozi udruživanja su veće mogućnosti financiranja, nove ideje i znanje [7].



Slika 2: Starost klastera u Hrvatskoj

Broj klastera u Hrvatskoj 138 [10.]



Slika 3: Razlozi udruživanja u klastere u Hrvatskoj

2. Primjer klastera KLG grupa

Jedan od svježih primjer takvog načina udruživanja u modnoj industriji je osnivanje Klastera KLG grupa. Klaster nosi puno ime **KLG** grupa više d.o.o, a osnovan je 2010. godine.

Klaster KLG grupa okuplja male i srednje proizvođače iz tekstilne i kožarske industrije, marketinga, ustanova za ispitivanje kvalitete, te stručnjake Tekstilno-tehnološkog fakulteta.

Radi se o tvrtkama s višegodišnjim iskustvom u poslovanju i poznavanju tržišta, koje kroz ovaj model udruživanja vide mogućnost novih inventivnih poslovnih mogućnosti.

Jedna od njih je i mogućnost izlaska na tržište s jednom zaokruženom cjelinom proizvoda. Tema koja je objedinila sve članice Klastera je **Poslovno odijevanje**.

Poslovno odijevanje kao koncept objedinjuje proizvođače i stručnjake iz tekstilne i kožarske struke, koji su svojim proizvodnim ili uslužnim programom vezani uz elemente poslovnog odijevanja. Okosnica samog programa je stvaranje kolekcija visokih standarda kakvoće i vizualnog jedinstva.

Članice klastera su:

Tvrtka	Sjedište	Osnovna djelatnost
BATEKS d.o.o .	Zlatar	proizvodnja lake muške konfekcije
DOMATO d.o.o.	Zagreb	marketing i prodaja
GALKO d.o.o.	Mali Bukovec	proizvodnja kožne galanterije
LED d.o.o.	Ludbreg	proizvodnja obuće i kontrola kvalitete
MIRTA KONTROL d.o.o.	Zagreb	kontrola, ispitivanje i vještačenje
MISTEKS d.o.o.	Varaždin	proizvodnja pletenine
TTF- Tekstilno tehnološki fakultet	Zagreb	Znanstveno-obrazovna ustanova

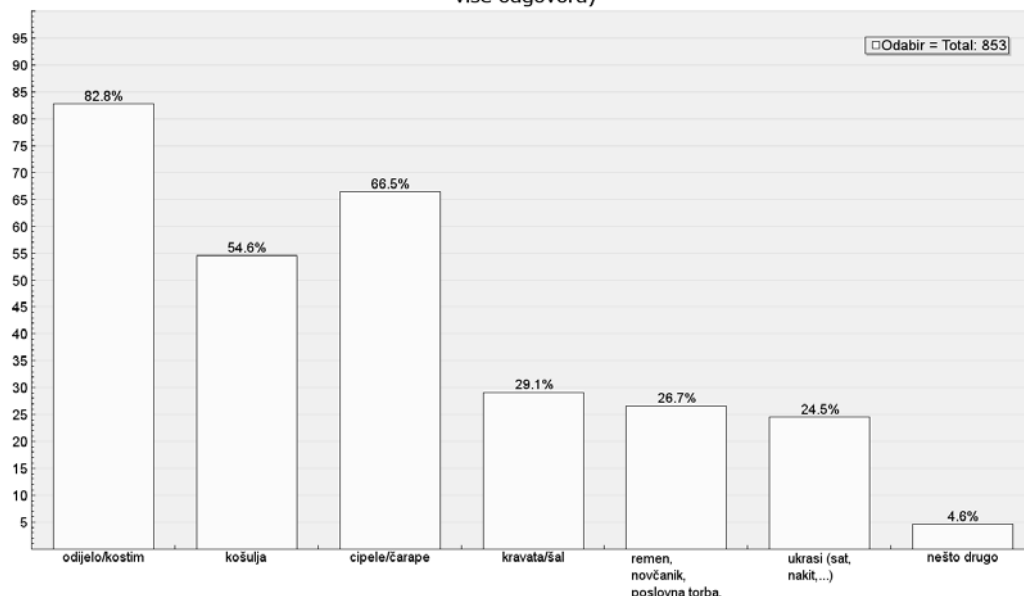
Ono što je bitno napomenuti je da je Klaster KLG grupa otvoren za primanje novih članica ili povremeno uključivanje pojedinih članica s obzirom na eventualno nove projekte. Tako se u projekt uključila tvornica rublja DTR, a u tijeku je dogovor s Goričankom Novom.

2.1 Istraživanje tržišta na temu poslovnog odijevanja

Prije donošenja strateških odluka i usmjeravanja poslovanja potrebno je prikupiti sve relevantne informacije koje su nužne kako bi se donijela prava odluka. Činjenice čine razliku, a svrha istraživanja je bila pokazati način na koji se može doći do pravih informacija i pronaći najbolje rješenje za Klaster. Velik broj menadžera koristi intuiciju kao jedini kriterij za donošenje strateških odluka, što nije uvijek pravi put.

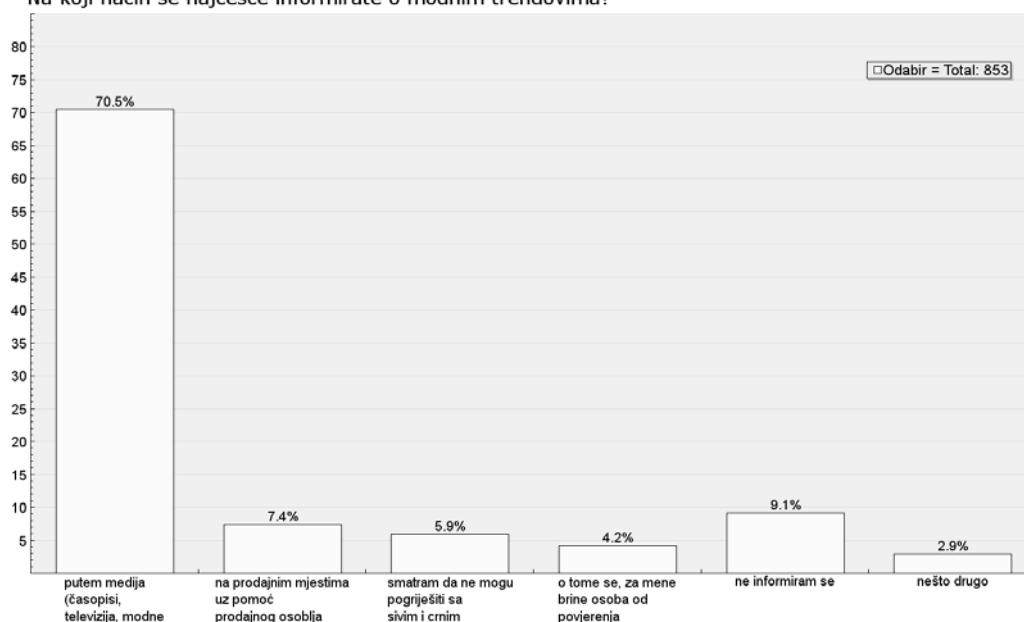
Istraživanje je za račun Klastera **KLG grupa** provela tvrtka Proago u rujnu 2010. godine, na reprezentativnom uzorku od 853 ispitanika. Istraživanje je bazirano na metodologiji Fact Based Management i obrađeno je alatom Barometar – Surveytool [9], a cilj istraživanja je bio dobiti sliku o stavu poslovnih ljudi o važnosti odijevanja i relevantnih informacija koje su bitne za rad klastera. Na (sl. 4) prikazani su rezultati o važnosti odjevnih predmeta za kvalitetan poslovni izgled. 82,8% ispitanika smatra da su odijelo i kostim presudni za dobar poslovni izgled, dok su na drugome mjestu cipele i čarape s visokih 66,5%. Sljedeći grafikon (sl. 5) prikazuje rezultate visokog postotaka od 70,5% koji zauzimaju mediji vezano za informiranje o modnim trendovima.

Koje odjevne predmete ili modne dodatke smatrate najbitnijim za kvalitetan poslovni izgled? (mogućnost više odgovora)



Slika 4: Rezultati istraživanja o važnosti odjevnih predmete i modnih dodataka za poslovni izgled

Na koji način se najčešće informirate o modnim trendovima?



Slika 5: Rezultati istraživanja o načinu informiranja o modnim trendovima

2.2 Izrada SWOT analize za udruživanje u Klaster

SWOT analiza je jedan od instrumenata kojima se menadžer može poslužiti u kreiranju strategije. To je kvalitativna analitička metoda koja kroz 4 čimbenika nastoji prikazati **snage, slabosti, prilike i prijetnje** određene pojave ili situacije. Međutim, treba uzeti u obzir da se radi o subjektivnoj metodi [11]. U tablici (tl.1) prikazano je kako su najveće snage ovakvog načina udruživanja u povećanju konkurentnosti i sinergija ponude, a prilike proboj na inozemno tržište. Slabosti su neloyalna konkurencija uvoza i trgovine, dok su prijetnje: kratko vrijeme za usklađivanje sa stanjem u odnosu na članice EU.

Tablica 1: SWOT analiza

S - Strengths → snaga	W - Weaknesses → slabosti
stvaranje dodane vrijednosti unutar klastera	samodostatnost i neučinkovitost velikih poduzeća
značajno povećanje konkurentske prednosti	veliki broj nepotrebnih procesa unutar velikih poduzeća
motiviranost	uvoz i trgovina – hrvatska stvarnost
sinergija ponude	
povećanje iskustva, stručnosti i inovativnosti	
velika fleksibilnost i otvorenost prema dinamičnom vanjskom okruženju	
O - Opportunities → prilike	T - Threats → prijetnje
razvoj novih (zajedničkih) proizvoda	zahtjevi EU za smanjenjem stupnja razvoja između pojedinih geografskih područja i pojedinih industrijskih djelatnosti
proboj na inozemna tržišta	kratko vrijeme za usklađivanje gospodarske strukture RH s traženim stanjem u odnosu na članice EU
dugoročno horizontalno i vertikalno povezivanje trenutno nepovezanih segmenata gospodarstva	zahtjevi na kvalitetu proizvoda i procesa hrvatskih poduzeća
snižavanje troškova proizvodnje te istraživanja i razvoja	
neiskorištene mogućnosti malih i srednjih poduzeća	

2.3 Standard kolekcije KLG

Na sastanku Klastera održanom u siječnju 2011. god. dogovoreno je da će i zajednička kolekcija Klastera nositi ime **KLG**, jer je ime kratko, prepoznatljivo i čitljivo i na ostalim jezicima, čime je omogućen budući plasman i na ostala tržišta. Kao zaštitni znak izabran je oblik šahovske figure skakača koja nosi simboliku okretnosti, elegancije, prilagodljivosti, slobode i ponosa što želimo komunicirati proizvodima i kroz našu kolekcije. Izabran je i slogan kolekcije pod nazivom **Stil & Stav**.



Slika 5: Grafičko rješenje loga KLG klastera

Sve članice Klastera **KLG grupa više** usuglasile su se da treba definirati zajednički standard kolekcije pod brandom **KLG**. Standard mora biti trajno jamstvo kakvoće, a svi dijelovi kolekcije zaokruženi zajedničkim dizajnerskim konceptom. Nakon toga se pristupilo izradi kolekcije muške i ženske poslovne odjeće cipela i galanterije.

Selektiran je repromaterijal i na osnovi dizajnerskih rješenja započet je rad na kolekciji. Proces je dosta zahtjevan jer iziskuje prilagođavanje i usuglašavanje proizvodnih procesa svih članica, te razmjenu znanja i iskustava za postizanje zajedničkog standarda. Ujedno iziskuje dodatni napor angažiranja sredstava i svih resursa. Ovaj put usklađivanja iziskuje dosta vremena i razumijevanja te je pred neke od članica postavilo dodatne zahtjeve.

2.4 Prezentacija Projekta i kolekcije Klastera KLG grupa

Projekt klastera KLG grupa prezentiran je u sklopu:

- a) Znanstveno-stručnog savjetovanje pod nazivom „**Tekstilna znanost i gospodarstvo**“ pod organizacijom Tekstilno-tehnološki fakultet (TTF) Sveučilišta u Zagrebu 26. siječnja 2011. g.
- b) **V. međunarodne konferencije** "Regionalni izazovi i mogućnosti razvoja klastera na području jugoistočne Europe" održane 9. svibnja 2011. godine u Opatiji pod pokroviteljstvom Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva; klaster je predstavljen i obliku kratkog filma.
- c) **XV. Nacionalnog savjetovanja o gospodarstvu i poduzetništvu**, koje se održalo od 26. do 28. svibnja 2011. godine u Hotelskom naselju „Solaris“ d.d. u Šibeniku; klaster se predstavio modnom revijom svoje poslovne kolekcije.
- d) Seminara „**Podrška razvoja klastera**“ održanog u hotelu Aristos u Zagrebu 28. rujna 2011. Klaster **KLG grupa** je predstavljen kao jedan od dva uzorita klastera u regiji.

3. Zaključak

Uspjeh klastera je moguć ukoliko postoji poslovno povjerenje, suradnja i uvažavanje. Sve tvrtke ulaze u klaster dobrovoljno i zadržavaju svoju samostalnost. Udruživanja se mogu provoditi radi razvoja i proizvodnje jednog proizvoda ili, kao što je slučaj u Klasteru KLG grupa, više proizvoda različitih tipova koji čine jednu cjelinu. U SWOT analizi prikazani su snage i prilike takvog načina udruživanja, ali isto tako i potencijalne prijetnje i slabosti, pa je takav vid analize dobar pokazatelj za budućnost poslovanja.

Istraživanje koje je provedeno za Klaster KLG grupa donijelo je niz pokazatelja i potvrda da je svijest o važnosti poslovnog odijevanja vrlo visoka, da su odijela i cipele nositelji kvalitetnog poslovnog izgleda i da su mediji vrlo jaki u formiranju svijesti o modnome izričaju.

Svi dobiveni podaci upućuju da cjelina koja je dizajnerski i kvalitativno usklađena i koja nudi kompletnu ponudu odjeće, galanterije i obuće, na jednome mjestu, namijenjenu poslovnim ljudima, ima prosperiteta na hrvatskome tržištu.

Literatura

- [1] Porter M., Konkurentna prednost nacija, (1990)
- [2] Dragičević, M., Regional clusters as a source of competitiveness building, (2006)
- [3] Dragičević, M.; Obadić, A., Regionalni klasteri i novo zapošljavanje u Hrvatskoj, Serija članaka u nastajanju, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, (2006)
- [4] Dragičević, M.; Obadić, A., Regional clusters as a source of competitiveness and new employment growth/The Case of Croatia, (2006)
- [5] Ketels, Christian H. M., Michael Porter's Competitiveness Framework--Recent Learnings and New Research Priorities, Journal of Industry, Competition and Trade 6, no. 2 (June 2006): 115-136
- [6] Ketels, Christian H. M., Lindqvist G., and Sölvell Ö., Cluster Initiatives in Developing and Transition Economies, Report, Ivory Tower AB, Stockholm, (2006)
- [7] O'Curry E., Seminar: Podrška razvoja klastera, MINGORP, 28. rujna 2011., Zagreb
- [8] Dostupno na: www.razvoj-klastera.hr, pristupljeno 11. prosinca 2011.
- [9] Dostupno na: www.proago.hr, pristupljeno 10. prosinca 2011.
- [10] Dowden M., Seminar Podrška razvoja klastera (Cluster Mapping), MINGORP, 28. rujna 2011., Zagreb
- [11] Dostupno na: www.swot analiza Wikipedija, pristupljeno 1. prosinca 2010.

NOVI LABORATORIJI I OPREMA NA TEKSTILNO-TEHNOLOŠKOM FAKULTETU

THE NEW LABORATORIES AND EQUIPMENT OF THE FACULTY OF TEXTILE TECHNOLOGY

Darko UJEVIĆ; Zenun SKENDERI; Budimir MIJOVIĆ & Edita VUJASINOVIĆ

Sažetak: Za snažniji sveukupni razvoj jednog društva nužno je dovoljno i dugoročno ulaganje u obrazovanje i znanost. Pored ulaganja u ljudske resurse, ulaganje u suvremenu opremu je nužan preduvjet razvoja. Tekstilno-tehnološki fakultet uz financijsku podršku Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa republike Hrvatske ulaže znatne napore u opremanju svojih laboratorija. Područja istraživanja na Tekstilno-tehnološkom fakultetu se u određenom mjeri šire, pa je i stoga potrebno opremiti laboratorije s novom i različitom opremom. Posljednja novonabavljena oprema je: uređaj za mjerenje otpora prolazu topline i vodene pare obuće - model toplinske noge, različita oprema za restauraciju i konzervaciju tekstila te forenzička ispitivanja, uređaj za mjerenje probodnih sila šivaće igle i 3D skener za registriranje mjera stopala.

Abstract: For a more powerful and overall development of a society it is necessary sufficient as well as the long term investment into education and science. Besides an investment into human resources, investment into an up-to-date equipments is the necessary precondition of society development. Faculty of textile technology with financial supporting of the Ministry of science, education and sport of Republic of Croatia have made efforts into the equipping their laboratories. The fields of investigations at the Faculty of textile technology in some extent becomes more extended, and because of that it is necessary the laboratories to be equipped with up-to-date and new equipment. The latest new purchased equipments/devices are: apparatus for measurement of thermal and water vapour resistance for footwear - foot model, different equipment for restoration and conservation of textile and forensic, device for measurement sewing process forces, and 3 D foot scanner for registration of foot measures.

Ključne riječi: .obuća, toplina, forenzika, restauracija i konzervacija tekstila, šivača igla, sile, 3 D skener .

Keywords: footwear, heat, forensic, restoration and conservation of textiles, sewing needle, force, 3D scanner.

1. Uvod

Dobro je poznato da je znanstvena djelatnost pokretač razvoja društva. U tom smislu i Hrvatska vlada preko Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa, a u okviru svojih materijalnih mogućnosti ulaže značajne napore i financijska sredstva za podržavanje i usmjeravanje znanstvenih i razvojno-tehnoloških istraživanja kroz financiranje većeg broja znanstvenih i tehnoloških projekata. Nadalje, svakako treba spomenuti da Hrvatska Vlada snažno podupire i podržava uključivanje u različitim europskim projektima istraživanja i razvoja, a što se potvrđuje i osnivanjem Hrvatskog instituta za tehnologiju d.o.o u 2006. god.

Tekstilno-tehnološki fakultet je jedina (javna) ustanova u procesu visokoškolskog obrazovanja koja se bavi znanstvenom i nastavnim djelatnošću na području tekstilne i odjevne tehnologije te tehnologije kože, obuće i galanterije u Republici Hrvatskoj. Za razvoj znanosti a i za nastavne potrebe nužno je i stalno ulaganje u suvremenu opremu. U tom smislu Fakultet poklanja posebnu pažnju opremanju svojih laboratorija, bez kojih se ne bi mogao osigurati snažan i suvremen razvoj. Napori koje ulažu znanstvenici Fakulteta za opremanje svojih laboratorija se sustavni i permanentni.

Financijska sredstva koja se koriste za opremanje laboratorija Fakulteta dolaze iz različitih izvora. Dominantni iznos financijskih za opremanje laboratorija do sada je dolazio od:

a) Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa, i to:
za kapitalno opremanje,

iz sredstava projekata (znanstveno-istraživačkih, složenih tehnološko-znanstveno-istraživačkih, tehnološko-istraživačkih,

b) Iz sredstava ugovaranja projekata s HIT (Hrvatski institut za tehnologiju) programa TEST; TEST programom u području razvoja inovacija i novih tehnologija, Vlada RH potiče inovativnost i poduzetništvo unutar znanstvene i akademske zajednice,

c) Iz sredstava različitih europskih projekata (FP7 i dr.), te

d) Iz suradnje s gospodarstvom

Istraživanja znanstvenika na području tekstila i odjevne tehnologije na Fakultetu se permanentno šire. Pored toga, u nastavnom jedinici Fakulteta u Varaždinu na Stručnom studiju na modulu Dizajn obuće trenutno se obrazuju i kadrovi iz područja tehnologije i dizajna kože, obuće i galanterije. Prema tome, permanentno se javlja potreba za nabavom nove opreme za sve šira područja istraživanja, kao i za potrebe nastave.

Cilj ovog rada je prikazati samo opremu koja je nabavljena u posljednjih nekoliko mjeseci, pored naravno i suvremene opreme koja je ranije nabavljena iz različitih ranije spomenutih izvora financiranja. Spomenuti će se samo toplinska ispitivanja obuće u Laboratoriju za toplinska mjerenja, oprema u Laboratorij za restauraciju i konzervaciju tekstila i forenzična ispitivanja, te uređaji za mjerenje probodne sile šivače igle i 3D skener za automatsko registriranje tjelesnih mjera stopala u Zavodu za odjevnu tehnologiju

2. Laboratorij za toplinska mjerenja

U novoosnovanom Laboratoriju za toplinska mjerenja na Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu nedavno je instaliran uređaj za mjerenje otpora prolazu topline i vodene pare obuće - Model toplinske noge [1]. Model je nabavljen od sredstava znanstvenih projekata čiji su voditelji prof. dr. sc. Z. Skenderi i prof. dr. sc. B. Mijović. Izrađen je kao muška desna potkoljenica veličine 42 (sl. 1).

Model toplinske noge izrađuje se u obliku čovjekove potkoljenice i dostupan je u različitim izvedbama, kao muški, ženski i dječji model. S obzirom na zahtjeve kupaca, moguće je izvršiti i dodatne prilagodbe istog. Oblici noge definirani su na temelju niza mjerenja europske populacije i sukladni su dobivenim prosječnim vrijednostima.

Cjelokupni sustav sastoji se od sljedećih dijelova:

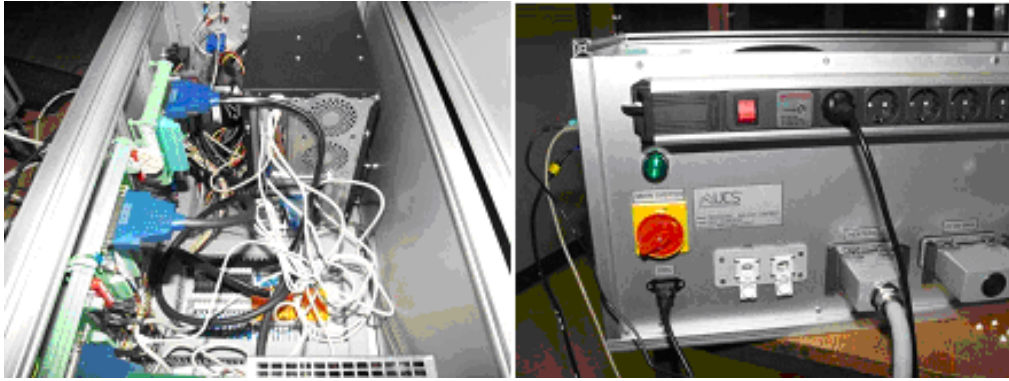
- a) toplinske noge (sl. 1)
- b) upravljačke jedinice (sl. 2)
- c) sustava za doziranje vode (sl. 3).

Model mjeri otpor prolazu topline (tzv. Rct vrijednost) i otpor prolazu vodene pare (tzv. Ret vrijednost). Kako bi bilo omogućeno praćenje navedenih vrijednosti za različite zone noge, model je podijeljen na 13 segmenata i to: 7 u području stopala i 6 u području potkoljenice. Svaki od navedenih segmenata opremljen je senzorima. Vrijednosti mjerenih svojstava se u konačnici dobivaju za svaki segment zasebno, te za cijeli model stopala. Cjelokupni je model izrađen od srebra i pričvršćen na nosivu konstrukciju od nehrđajućeg čelika. Postoji i mogućnost postavljanja modela noge na simulator za kretanje koji simulira čovjekovo kretanje uz opciju podešavanja intenziteta od 15 do 60 koraka u jednoj minuti (sl. 4). Raspon temperatura u kojemu je moguće nesmetano mjerenje otpora prolazu topline je od -20 do +50°C.

Tijekom mjerenja otpora prolazu vodene pare, uređaj se priključuje na pumpu koja opskrbljuje sve segmente vodom. Takvo je mjerenje, zbog karakteristika vode koja se dovodi, moguće u temperaturnom rasponu od +5 do +50°C.



Slika 1: Toplinska noga



Slika 2: Upravljačka jedinica



Slika 3: Sustav za doziranje vode



Slika 4: Model sa sustavom za kretanje

3. Laboratorij za restauraciju i konzervaciju tekstila i forenzična ispitivanja

Uvođenjem novih kolegija prema Bolonjskom procesu (kolegiji Restauracija i konzervacija tekstila i odjeće i Vlakna u forenzici) koji iz godine u godinu upisuje sve više studenata Tekstilno-tehnološkog fakulteta nametnula se potreba osnivanja specijaliziranog laboratorija za potrebe nastave ali i istraživačkog rada iz područja forenzike i restauracije. Naime tijekom prošlog desetljeća intenzivirana je znanstveno-stručna suradnja s vanjskim organizacijama poput Centra za forenzična ispitivanja, istraživanja i vještačenja „Ivan Vučetić“ Ministarstva unutarnjih poslova [2, 3], Hrvatskim restauratorskim zavodom [4] i Akademijom likovnih umjetnosti Odsjekom za restauriranje i konzerviranje umjetnina čiji su studenti redoviti gosti Katedre za tekstilna vlakna i materijale Zavoda za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila. Dodatno, interes za suradnju na području restauracije iskazali su i Etnografski muzej Zagreb, Etnografski muzej Dubrovnik, Muzej za umjetnost i obrt Zagreb (sl. 5a) i Samoborski muzej koji nam je nedavno povjerio preventivnu konzervaciju jednog svog iznimno vrijednog muzejskog atreftakta (sl. 5b).



Slika 5: a) Mikroskopska identifikacija onečišćenja na kazuli 13615 iz zagrebačkog Muzeja za umjetnost i obrt; b) Zeleni prsluk iz fundusa Samoborskog muzeja

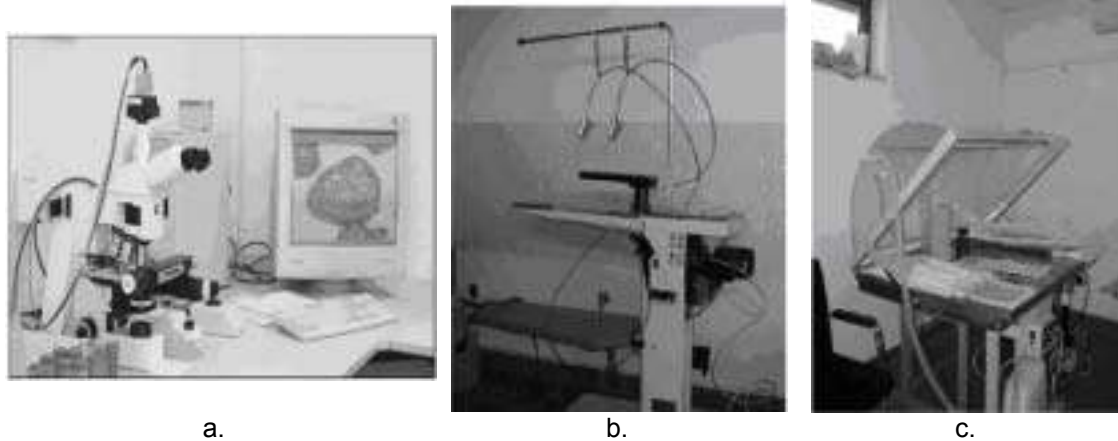
Uz podršku Dekana fakulteta prof.dr.sc. Darka Ujevića krenulo se u osmišljavanje i ostvarenje laboratorija za restauraciju i konzervaciju tekstila i forenzična ispitivanja koji je svečano otvoren 25. siječnja 2011. tijekom proslave Dana Fakulteta (sl. 6) [5].



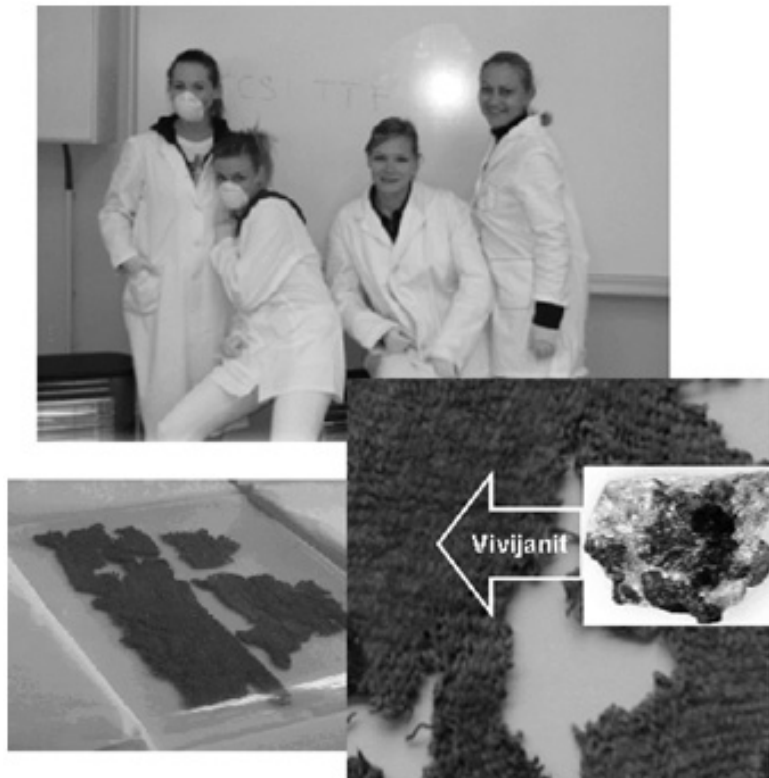
Slika 6: Laboratorij za restauraciju i konzervaciju tekstila i forenzična ispitivanja

Laboratorij za restauraciju i konzervaciju tekstila i forenzična ispitivanja opremljen je sredstvima Fakulteta i sredstvima znanstveno-istraživačkih projekata (117-1171419-1415 Visokoučinkoviti tekstilni materijali i vlakna unaprjeđene vrijednosti, FP7-SME-2007-2 SMILES i HR-SI bilateralnog projekta Razvoj funkcionalne odjeće zasnovane na nanotehnologiji). Iako opremanje laboratorija nije u potpunosti završeno zahvaljujući

nabavljenoj kapitalnoj opremi (sl. 7) u laboratoriju se izvode redovite laboratorijske vježbe (sl. 8) i uspješno izrađuju diplomski radovi.



Slika 7: Oprema laboratorija za restauraciju i konzervaciju tekstila i forenzična ispitivanja: a) Univerzalni svjetlosni mikroskop opremljen sustavom za mikromorfo- i mikrofoto-metriju, b) stol za hladno detaširanje koji se sastoji od glavne ploče za detaširanje i rukavca, te od dva pištolja za detaširanje s rezervoarima za tekuća sredstva za obradu i zračnog pištolja za sušenje, c) niskotlačni stol za restauraciju s kupolom za osiguravanje primjerenih temperatura i vlažnosti zraka tretiranih tekstilnih artefakata

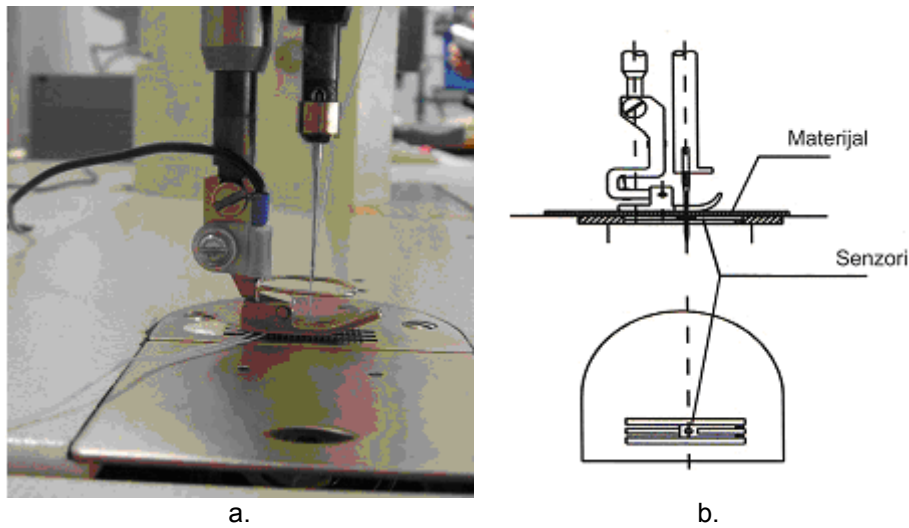


Slika 8: Studentske vježbe u laboratoriju za restauraciju i konzervaciju tekstila i forenzična ispitivanja

4. Uređaj za mjerenje probodne sile šivaće igle

Uređaj za mjerenje probodne sile šivaće igle nalazi se u Zavodu za odjevnu tehnologiju Tekstilno-tehnološkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu, u Laboratoriju za antropometrijska mjerenja i konstrukciju odjeće, a konstruiran je u suradnji sa institutom „ITV Denkendorf“ Njemačka, s ciljem da se iznađu načini nadzora nad ispravnim funkcijama šivaćeg stroja koja se manifestira kakvoćom šava. Jedan dio sufinanciran je sa projekta EUREKA E!5785 FLAMEBLEND. Mjerni sustav omogućuje mjerenje probodne sile šivaće igle, sile napetosti konca te horizontalne i vertikalne sile pritiska nožice šivaćeg stroja. Sastoji se od industrijskog šivaćeg stroja tt. Pfaff 1053 sa ubodnom brzinom do 6000 uboda/min, uz mogućnost podešavanja brzine. Na

stroju su instalirani senzori za mjerenje probodne sile, sile pritiskne nožice koja prilikom tvorbe šava djeluje na materijal (slike 9a, 9b i 10), te senzor za mjerenje napetosti konca [6, 7].

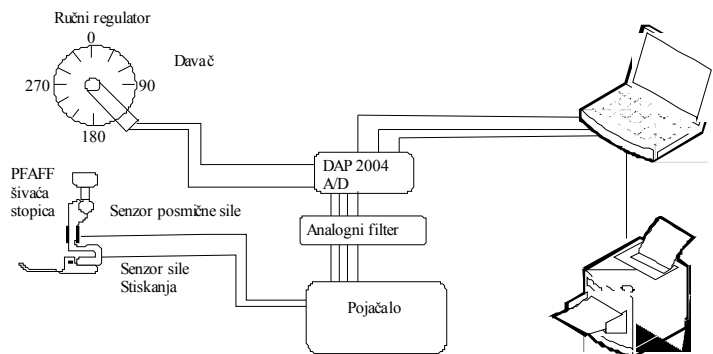


Slika 9: a) Pritisna nožica šivaćeg stroja sa senzorima za mjerenje vertikalne sile pritiskne nožice i probodne sile šivaće igle; b) Shematski prikaz pritiskne nožice sa senzorima za mjerenje vertikalne i probodne sile šivaće igle



Slika 10: Mjerni uređaj sustava za mjerenje vertikalne sile pritiskne nožice šivaćeg stroja i probodne sile šivaće igle

Analogno/digitalni pretvornik mjerne signale senzora pretvara iz analognog u digitalni oblik te se nakon toga podaci pohranjuju u računalo za obradu i analizu podataka. Brzina A/D pretvornika iznosi 200 kHz, mjernog opsega 74 kb. Obrada podataka vrši se u programu Nemess, a njegove opće odrednice su: vremenski odnosi i odnosi koji ovise o kutu zakreta glavnog šivaćeg stroja za najmanje četiri istodobno snimana signala pri određenom broju okretaja glavnog šivaćeg stroja. Program omogućava statistički prikaz rezultata na monitoru u obliku vodopada ili histograma [8, 9] Shematski prikaz mjernog sustava za mjerenje horizontalne i vertikalne sile pritiskne nožice prikazan je na slici 11.



Slika 11: ITV – Mjerni sustav za mjerenje sile na pritisknoj nožici

Prikazani sustav redovito se održava vlastitim kadrovima uz pomoć stručnjaka s Instituta za tekstil i procesnu tehniku (ITV) u Denkendorfu, Njemačka.

U Laboratoriju za antropometrijska mjerenja i konstrukciju odjeće nalazi se i mjerni uređaj za ispitivanje oštećenje očica pletiva na spojnem šavu (patentna prijava-autora: D. Ujević, G. Nikolić, B. Brlobašić Šajatović – PK 20080038).

5. 3D skener za stopala PEDUS

Mjerni sustav za automatsko registriranje tjelesnih mjera koji se nalazi u Laboratoriju za antropometrijska mjerenja i konstrukciju odjeće, omogućavaju precizno i vrlo fleksibilno izdvajanje mjera. Razlikujemo dvije vrste registriranja mjera:

- 1) Dvodimenzionalni sustav mjerenja kontura i
- 2) Sustav za skeniranje ljudskog tijela s trodimenzionalnim registriranjem.

Navedenim sustavima moguće je preslikavanje podataka osjetila u trodimenzionalnom modelu čovjeka i definiranje proizvoljnih tjelesnih mjera. Dobiveni mjerni podaci pretvaraju se u računalnim programima u podatke koji se dalje mogu obrađivati ovisno o namjeni i tehničkim specifikacijama korištene opreme.

Razvojem mjernih sustava razvijeni su različiti sustavi osjetila za registriranje geometrije ljudskog tijela i strategije za izdvajanje i prilagodba antropometrijskih parametara za automatsko registriranje mjera na ljudskom tijelu ili na jednom od dijelova tijela u ovom slučaju na ljudskom stopalu. Sustav se temelji na trodimenzionalnom registriranju stopala pomoću optičkog trodimenzionalnog skenera. Kao mjerno načelo primjenjuje se aktivna optička triangulacija, kod čega svjetlosni izvor osvjetljava mjerni objekt strukturiranom svjetlošću. Vrednovanje slike dobivene kamerom pomoću triangulacije, preko osvjetljenih točaka objekta daje njihove trodimenzionalne koordinate [10, 11].

U Zavodu za odjevnju tehnologiju instaliran je laserski 3D skener za stopala PEDUS tt. Human Solutions (sl. 12). Njegove su dimenzije: visina 60 cm; širina 60 cm; dubina 80 cm; visina staklene ploče 36 cm. Za proces skeniranja jednog stopala potrebno je 10 sekundi uz točnost od 2 mm, nakon čega se na zaslonu monitora stvara prikaz 3D oblaka točaka. Upotrebom licenciranog programa moguće je obrada dobivenih podataka i pohrana u različitim formatima zapisa [12].



Slika 12: 3D skener za stopala PEDUS tt. Human Solutions

6. Zaključak

Tekstilno-tehnološki fakultet uz snažnu financijsku podršku Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa, ulaže poprilična financijska sredstva i napore za opremanje različitih laboratorija i/ili zavoda. Nova novonabavljena oprema se pored istraživačkog rada koristi i za potrebe nastavnog procesa, i to je sljedeća oprema:

- uređaj za mjerenje otpora prolazu topline i vodene pare obuće - Model toplinske noge
- različita oprema za restauraciju i konzervaciju tekstila te forenzička ispitivanja,
- uređaj za mjerenje probodnih sila šivaće igle
- 3D skener za registriranje mjera stopala

Literatura

- [1] www.ucstech.eu, pristupljeno 25. 12. 2011
- [2] Akrap, I. et al: Usage of FT-IR microscope in forensic examination of blue cotton material, Book of Proceedings of 5th International Textile, Clothing and Design Conference, Ed. Dragčević, Z., Hursa Šajatović, A., Vujašinović, E., pp.851-856, October 6th to 10th 2010, Faculty of Textile Technology, Croatia, Dubrovnik, (2010)
- [3] Akrap, I. et al: Forensic Approach to Aramide Fiber Identification, Book of Proceedings of the 4th ITC&DC, Ed. Dragčević Z., pp. 42-47, ISBN 9789537105266, Dubrovnik, October 05th to 08th 2008, Faculty of Textile Technology, Croatia, Dubrovnik, (2008)
- [4] Vujašinović, E. et al: Investigating Possibilities of Conserving a Textile Shroud From The Second Millemium B.C., Book of Proceedings of the 4th ITC&DC, Ed. Dragčević Z., pp. 1041-1046, ISBN 9789537105266, Dubrovnik, October 05th to 08th 2008, Faculty of Textile Technology, Croatia, Dubrovnik, (2008)
- [5] Ujević, D.: Izvješće o radu Dekana TTF-a za razdoblje od 01. 10. 2010. do 30. 09. 2011. godine, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2011.
- [6] Nikolić G.: Mehanizmi strojeva za proizvodnju odjeće, Zrinski d.d. Čakovec, 2000, str.113-117
- [7] Ujević D.: Utjecaj probodnih sila šivaćih igala u procesu šivanja pletene odjeće, doktorska disertacija, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1998.
- [8] Ujević, D, B. Knez: Utjecaj karakterističnih parametara na probodne sile šivaćih igala, IMCEP 1994., Tehniška fakulteta Maribor.
- [9] Bolić B.: Prilog analizi utjecajnih parametara na posmik pletiva u procesu šivanja, magistarski rad, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2008.
- [10] D'Apuzzo N.: „3D body scanning technology”, dostupno na www.hometrica.ch/en/home.html, pristupljeno u prosincu 2011.
- [11] 3D Foot Scanner PEDUS, dostupno na http://www.human-solutions.com/apparel/index_en.php, pristupljeno u prosincu 2011.
- [12] Petrak S.: “3D računalno antropometrijsko mjerenje stopala i oblikovanje kalupa za obuću”, Časopis Koža & obuća, 2011.



SEKCIJA A

VLAKNA I MATERIJALI

SECTION A

FIBERS & MATERIALS

DEGUMIRANJE SVILE U RAZLIČITIM UVJETIMA

DEGUMMING OF SILK FIBERS UNDER VARIABLE CONDITIONS

Maja ANDRASSY; Ružica ŠURINA & Ana TOMAŠEVIĆ

Sažetak: U radu je prikazano degumiranje sirove svile uz pomoć ultrazvuka. Degumiranje ultrazvukom provodilo se je variranjem medija (voda, sapun), temperature (65 °C i 90 °C) i vremena obrade (30 min i 60 min). Efikasnost provedbe postupka istražilo se je uspoređivanjem svojstava sirove svile, svile degumirane klasičnim postupkom i ultrazvukom. Pri tome su se istražila sljedeća svojstva: gubitak mase i propusnost zraka svilene tkanine te finoća i čvrstoća pređe.

Rezultati su pokazali da je postupak degumiranja svile uz pomoć ultrazvuka uspješan iako u navedenim uvjetima nije došlo do potpunog uklanjanja sericina što i ne mora biti konačni cilj. Može se pretpostaviti da se primjenom ultrazvuka, kao ekološki i ekonomski prihvatljiviji postupak degumiranja u usporedbi s klasičnim, može uspješno provesti uklanjanje sericina uz uštedu vremena i energije.

Abstract: The paper describes silk degumming by ultrasound. Ultrasound degumming was performed by using the variation of media (water, soap), temperature (65 °C and 90 °C) and time (30 min and 60 min). The efficiency of the process implementation was investigated by comparing the properties of raw silk, silk degummed by the classic procedure and by the ultrasound, whereby the following properties were investigated: mass loss and air permeability of the silk fabric as well as yarn fineness and tenacity.

The results have shown that the silk degumming process by ultrasound is efficient, although in the mentioned conditions the removal of sericin was not complete, which should not be the final goal. It may be assumed that by use of ultrasound, as an environmentally and economically acceptable degumming process in comparison to the classic method, the successful removal of sericin can be carried out with saving time and energy.

Ključne riječi: sirova svila, degumiranje, ultrazvuk, svojstva vlakana

Keywords: raw silk, degumming, ultrasound, fibre properties

1. Uvod

Iako je godišnja svjetska proizvodnja svile relativno malena, u odnosu prema drugim vlaknima iznosi samo oko 0,2% svjetske proizvodnje vlakana i oko 0,4% u skupini prirodnih vlakana, značenje svile zbog njezinih iznimnih estetskih karakteristika i udobnosti koju pruža je mnogo veće. Uzgoj sviloprelje nije povezan sa zamjetnim financijskim ulaganjima niti je, kao pri proizvodnji drugih prirodnih vlakana, izložen rizicima koje donose klimatske promjene (biljna vlakna) ili poremećaji zdravlja (keratinska vlakna). Postoji više razloga za proizvodnju sirove svile u kućnoj radinosti, a u prvom redu je to mogućnost poboljšanja imovinskog statusa ruralnog stanovništva slijedom činjenice da je proizvodnja sirove svile jeftina, a plasiranjem vlakana na tržištu se ostvaruje solidna zarada.

Svila ima dugu povijest koja započinje i prije 4000 godina s razvojem umijeća Kineza u uzgoju svilene bube koja proizvodi tekstilno vlakno. Otada je svila ostala visokocijenjena zbog svojih izuzetnih svojstava svoje finoće, plemenitog sjaja, mekoće i podatnosti te iznimno ugodna dodira i pada – bilo lepršavog kod neotežane ili teškoga i šuštavog kod otežane svile.

Sirovo svileno vlakno, nastalo lučenjem i stvrdnjavanjem na zraku sekreta dudovog svilca, dobiva se odmatanjem s čahure koja je zadnja faza životnog ciklusa ovog sviloprelca. Ako nije pretrpjelo nikakve obrade, sirovo svileno vlakno sastoji se od dviju vrsta proteina: fibroina, tj. prave svilene tvari i sericina (koji obavlja dvije niti fibroina) tzv. svilenog ljepila. Zbog prisutnosti sericina, sirova svila je gruba, tvrda, lomljiva, hrapava i bez ugodnog sjaja, pa se takve tkanine na tržištu nazivaju sirova svila, grež (od francuske riječi grege), tvrda svila (engl. hard silk) i sl. Svila postaje najfinije prirodno vlakno kad joj se ukloni sericinski omotač (1,1 dtex /10 µm). Uklanjanjem sericina iz sirove svile degumiranjem dobiva se - degumirana ili čista svila, čija karakteristična svojstva, glatkoća, finoća, mekoća i sjaj izdižu svilu nad ostalim vlaknima te s pravom nosi naziv „kraljica vlakana“. Degumiranjem se, međutim, smanjuju čvrstoća (30 %) i masa vlakna, a povećava elastičnost (45 %). Zbog toga, takvo vlakno često nije prikladno za dalju preradbu pa se u plošne

proizvode prerađuje sirova svila. U praksi, uklanjanje sericina, ovisno o odabranom postupku prerade u složenije proizvode, može biti u potpunosti ili samo djelomično. Budući da je sericin odgovoran za otpornost svile na trenje prilikom tkanja, degumiranje se često provodi samo djelomično ili istovremeno s bojadisanjem.

Sericin, koji obavija vlakno u sirovoj svili, smjesa je bjelančevina gumasto-elastičnih svojstava, koje nemaju vlaknati oblik. Udio pojedinih aminokarboksilnih kiselina u sericinu je ponešto drugačiji nego u fibroinu. Dok je sericin netopljiv u uobičajenim organskim otapalima (kemijsko čišćenje) topljiv je u vodi. Topljivost sericina raste s temperaturom, ispod 90 °C bubri bez otapanja, iznad 90 °C nepovratno bubri, a iznad 100 °C se otapa. Količina sericina u sirovoj svili iznosi od 18 do 30%, što ovisi o vrsti prelca i uvjetima rasta i uzgoja [1-3].

U radu je prikazano degumiranje sirove svile uz pomoć ultrazvuka. Degumiranje ultrazvukom provodilo se je variranjem medija (voda, sapun), temperature (65 °C i 90 °C) i vremena obrade (30 min i 60 min). Efikasnost provedbe postupka istražio se je uspoređivanjem svojstava sirove svile, svile degumirane klasičnim postupkom i ultrazvukom. Pri tome su se istražila sljedeća svojstva: gubitak mase i propusnost zraka svilene tkanine te finoća i čvrstoća pređe.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Uzorci i uvjeti provedbe postupka degumiranja

Ispitivanja su provedena na tkanini sirove svile. Odgovarajuće oznake neobrađenog i obrađenih uzoraka prikazane su u tablici 1.

Klasično degumiranje (KD) provedeno je u sapunskoj otopini. Prema klasičnom postupku degumiranje se provodi u nekoliko koraka. U prvom koraku uzorak se kuha 2 sata u sapunskoj otopini (6 g/l), nakon toga se obrađuje 30 min na temperaturi od 60 °C do 80 °C u sapunskoj otopini niže koncentracije (3 g/l). Potom se obrađeni uzorak svile ispiru toplom otopinom sode (Na₂CO₃; 0,5 g/l), te toplom i hladnom mekom vodom [4].

Degumiranje svile uz pomoć ultrazvuka provelo se je u ultrazvučnoj kadi frekvencije 30 kHz variranjem medija (voda, marsejski sapun), temperature (65 °C i 90 °C) i vremena obrade (30 min i 60 min).

Tablica 1: Oznake uzoraka i uvjeti provedbe postupka degumiranja

Oznaka obrade	Medij	Vrijeme UZV obrade/min	Temperatura medija/°C
N	/		/
KD	Sapun	/	vrenje - 2 h 60-80 - 30 min
UI	Voda	30	65
UII		30	90
UIII		60	65
UIV		60	90
UV	Sapun	30	65
UVI		30	90
UVII		60	65
UVIII		60	90

2.2 Metode ispitivanja svojstva tkanine i pređe

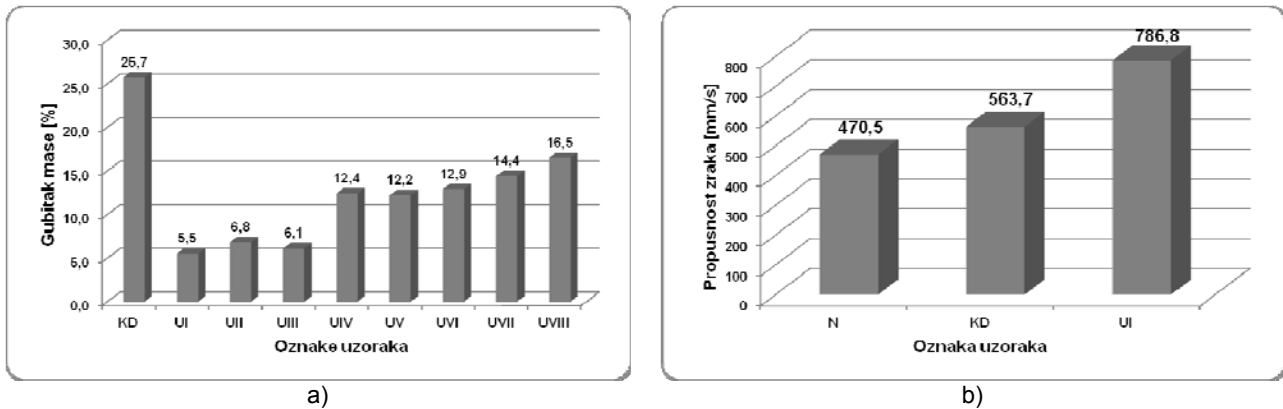
Uspješnost provedbe postupka degumiranja istražio se je uspoređivanjem svojstava sirove svile, svile degumirane klasičnim postupkom i ultrazvukom. Pri tome su se istražila sljedeća svojstva:

- gubitak mase,
- propusnost zraka svilene tkanine (EN ISO 9237:1995),
- finoća pređe (HRN EN ISO 1973:2008, Vibroscop 400) i
- čvrstoća pređe (HRN EN ISO 5079:2003 Vibrodyn 400).

Gubitak mase i poroznost ispitivale su se na uzorcima tkanine sirove svile s osnovnim parametrima: vez: platno, gustoća osnove/potke: 400 niti/10 cm, površinska masa: 120 g/m², debljina: 0,015 mm. Promjena finoće i čvrstoće određivala se je na pređi uzetoj iz ispitivanih uzoraka finoće: 80 dtex, broj filamenata: 4, broj uvoja: 200 uvoja/m, smjer uvijanja: Z.

3. Rezultati i rasprava

Na slici 1 prikazane su vrijednosti gubitka mase i propusnosti zraka nakon degumiranja klasičnim postupkom i uz pomoć ultrazvuka.



Slika 1: Rezultati ispitivanja gubitka mase (a) i propusnosti zraka (b) svilene tkanine nakon degumiranja klasičnim postupkom i uz pomoć ultrazvuka

Kao što je i očekivano kod svih uzoraka je došlo do gubitka mase sirove svilene tkanine a rezultati su ovisni o uvjetima provedbe postupka degumiranja. Klasičnim postupkom degumiranja uklonjeno je sav sericin (25,7%) te može se zaključiti da je postupak degumiranja proveden u potpunosti. Gubitak mase nakon degumiranja svile ultrazvukom je manji i nalazi se u rasponu od 5,5 % do 16,5 %. Najveće uklanjanje sericina (16,5%) postiglo se je kod uzorka UVIII pri uvjetima ispitivanja: sapunska otopina, najviša temperatura medija (90 °C) i najdulje vrijeme obrade (1 h).

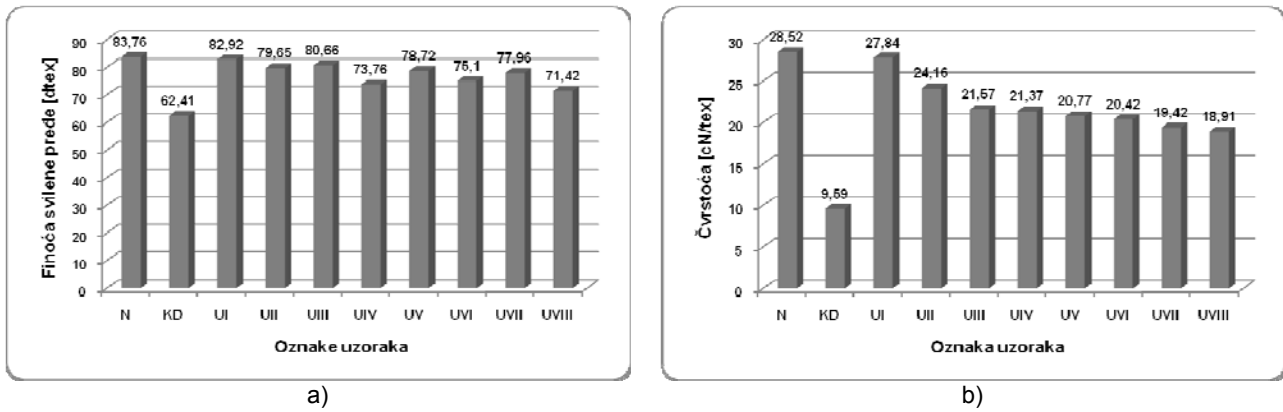
Degumiranje ultrazvukom u uvjetima (medij- voda, 65 °C, 30 min), uzorak UI, se je pokazalo najmanje uspješnim tj. ustanovljen je najmanji gubitak mase od svega 5,5%. Kako rezultati pokazuju uspješnost degumiranja ovisi o svim ispitivanim parametrima (medij, vrijeme i temperatura).

Degumiranje u sapunskoj otopini je uspješnije te je pri višoj temperaturi i duljem vremenu obrade količina uklonjenog sericina veća. Treba napomenuti da se degumiranje ultrazvukom u vodi (90 °C, 60 min) također postižu relativno dobri rezultati degumiranja. Iako nije postignuto potpuno uklanjanje sericina gubitak mase od 12,4 % (uzorak UIV) postupak ultrazvučne obrade se može preporučiti kao predobrada sirove svile prije provedbe postupka tkanja ili bojadisanja.

Propusnost zraka neobrađenog uzorka je 470,5 mm/s, a nakon degumiranja svile klasičnim postupkom propusnost zraka se povećala te iznosi 563,7 mm/s. Nakon provedbe postupka degumiranja ultrazvukom registriralo se je neočekivano veliko povećanje propusnosti zraka (40%). Uzorku UI zabilježena je propusnost zraka 786,8 mm/s. S povećanjem vremena obrade i temperature propusnost zraka svilene tkanine se povećava. Stoga se uzorcima koji su degumirani ultrazvukom 30 i 60 min uz temperaturu 65 °C i 90 °C, u mediju voda i sapun, nije mogla izmjeriti propusnost zraka zbog tehničkih karakteristika aparata za mjerenje propusnosti zraka.

Na slici 2 prikazane su vrijednosti finoće i čvrstoće svilene pređe nakon degumiranja klasičnim postupkom i uz pomoć ultrazvuka.

Rezultati ispitivanja pokazuju malu promjenu finoće svilene pređe. Finoća neobrađenog uzorka je 83,76 dtex, a nakon klasičnog degumiranja brojčana vrijednost finoće se smanjuje za 25%. Nakon degumiranja ultrazvukom također dolazi do smanjenja brojčane vrijednosti finoće, ali u usporedbi s klasičnim postupkom degumiranja smanjenje je znatno manje. Kako se povećava vrijeme i temperatura obrade, neovisno o mediju (voda ili sapunska otopina), uzorci postaju finiji odnosno, brojčana vrijednost finoće se smanjuje u rasponu od 1% do 14%.



Slika 2: Rezultati ispitivanja finoće (a) i čvrstoće (b) svilene pređe nakon degumiranja klasičnim postupkom i uz pomoć ultrazvuka

Analizom rezultata mjerenja čvrstoće uzoraka nakon provedenih postupaka degumiranja uočeno je smanjivanje otpornosti na djelovanje sile. Najveći pad čvrstoće ustanovljen je nakon degumiranja klasičnim postupkom (9,59 cN/tex) u usporedbi s početnim uzorkom (28,52 cN/tex) što iznosi 66,4%. Kada se uspoređuju uzorci svile nakon degumiranja ultrazvukom, nezatni pad čvrstoće ustanovljen je kod uzorka UI (2,4%) u uvjetima: voda, 30min i 65 °C, dok je najveći pad čvrstoće uočen kod uzorka UVIII (33,7%). Iz toga proizlazi da se s povećanjem vremena obrade i temperature te ovisno o mediju dolazi do smanjenja otpornost svile na djelovanje sile. Rezultati su u skladu sa rezultatima mjerenja gubitka mase.

4. Zaključak

Mjerenjem i međusobnim uspoređivanjem promjena ispitivanih svojstava početnog uzorka sirove svile sa uzorcima koji su degumirani klasičnim postupkom te uz pomoć ultrazvuka, uočava se pozitivan utjecaj ultrazvuka na postupak degumiranja.

- Iako je gubitak mase sirove svile je manji nakon degumiranja ultrazvukom u usporedbi sa klasičnim postupkom degumiranja (25,7%), u ispitivanim uvjetima također je došlo do uklanjanja sericina (5,5 % do 16,5 %).
- Moguće je, u slučaju kada se želi ukloniti samo dio sericina, degumiranje provesti ultrazvukom u vodi (gubitak mase 12,4%).
- Također se je ista tendencija smanjenja otpornosti na djelovanje sile uočila i prilikom određivanja čvrstoće degumirane svile. Nakon degumiranja klasičnim postupkom zabilježio se je znatan pad čvrstoće (66,4%). Uzorcima koji su degumirani uz pomoć ultrazvuka izmjeren je manji pad čvrstoće (od 2,4% do 33,7%). Ove promjene u skladu su s količinom uklonjenog sericina, a može se pretpostaviti da bi se pri opsežnije provedenim ispitivanjima utjecaja ultrazvuka na mehanička svojstva svilenog vlakna ustanovio manji pad čvrstoće vlakna koja su degumirana ultrazvukom.
- Degumiranjem se povećava propusnost zraka.
- Degumiranjem, bilo klasičnim postupkom ili uz pomoć ultrazvuka, povećava se finoća pređe.

Rezultati su pokazali da je postupak degumiranja svile uz pomoć ultrazvuka uspješan iako u navedenim uvjetima nije došlo do potpunog uklanjanja sericina što i ne mora biti konačni cilj. Može se pretpostaviti da se primjenom ultrazvuka, kao ekološki i ekonomski prihvatljiv postupak degumiranja u usporedbi s klasičnim, može uspješno provesti uklanjanje sericina uz uštedu vremena i energije.

Literatura

- [1] Čunko R., Andrassy M.: *Vlakna*, Zrinski d.d., ISBN: 953-155-089-1, Čakovec, (2005)
- [2] Đurašević, V.; Machnowski, W. & Kotlinska, A.: Dyeing behavior of differently degummed silk fibers, Book of Proceedings of 4th International Textile, Clothing & Design Conference – Magic World of Textiles, Dragčević Z., Dubrovnik, 341-346, ISBN: 978-953-7105-26-6, October 05th to 08th 2008, Tekstilno-tehnološki fakultet Zagreb, Dubrovnik, Croatia, (2008)
- [3] Shulka, S. R. et al: Efficiencies of silk degumming process, *Colorage*, Vol 39 (1992) 4, 31-33, ISSN: 0010-1826
- [4] Grancarić, A. M., Soljačić, I. i Katović, D.: *Osnove oplemenjivanja tekstila – Knjiga II*, Tekstilno-tehnološki fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, ISBN: 953961838X, Zagreb (1994)

MATERIJALI I TEHNOLOGIJA ČARAPA 21. STOLJEĆA

MATERIALS AND TECHNOLOGY FOR SOCKS OF 21ST CENTURY

Ivana GUDLIN SCHWARZ; Maja ANDRASSY; Stana KOVAČEVIĆ & Ivana KOS

Sažetak: Čarape 21. stoljeća zahtijevaju ispunjavanje brojnih zahtjeva koji se odnose na zadovoljavanje svakodnevnih izazova i posebnih zahtjeva za određene rekreativne sportove, tako i za profesionalne sportove, ali i u svakodnevnom životu. Čarape i materijali su promišljeni do najmanjeg detalja i dizajnirani da omogućavaju smanjenje konstantnog pritiska i udara, u smislu sprečavanja oštećenja kože. Raspodjela topline u čarapi je gotovo jednaka raspodjeli topline bosc noge, što dokazuje efektivnost u otpuštanju suviška topline, dajući naglasak na klimatsku regulaciju i udobnost koja se može zahvaliti iznimnoj konstrukciji čarape, ali i specijalno razvijenim pređama i vlaknima visoke tehnologije.

Abstract: Socks of 21st century require the fulfillment of many demands related to meeting the everyday challenges and special requirements for certain recreational and professional sports, but also in everyday life. Socks and materials have been thoughtful to the smallest detail and designed to enable reduction of the constant pressure and impacts, in terms of preventing the damage to skin. The distribution of heat in the X-Socks® is almost equal to distribution of heat on bare feet, which proves the effectiveness of excess heat release, giving emphasis to climate control and comfort, which is due to the exceptional socks construction and specially developed high-tech yarns and fibers.

Ključne riječi: čarape, materijali visoke tehnologije, udobnost, klimatska regulacija.

Keywords: socks, high-tech materials, comfort, climate control.

1. Uvod

Čarape nisu samo odjevni predmet; one osiguravaju potporu mišića, stabiliziraju tetive i ligamente, reguliraju funkciju kože i optimiziraju temperaturu tijela. Čarape su u povijesti bile krute, grube i debele, s namjerom da štite od ozljeda uzrokovanih materijalom same cipele, a svojstvo udobnosti razvijalo se s vremenom. Grub materijal i trenje nastalo prilikom aktivnosti (hodanja, trčanja, skakanja) uzrokovali su povišenje temperature stopala, a time i znojenje, no zbog loše konstrukcije čarape (preuska) nije dolazilo do isparavanja, već se vlaga zadržavala unutar čarape, zbog čega je koža neprestano bila mokra i gubila je svoju elastičnost, što je dovodilo do bolne abrazije i žuljeva [1].

2. X-Socks® - tehnologija 21. stoljeća

X-Socks® je kompletno novi tip čarape kod koje je svaki detalj dizajniran kako bi pomogao stopalima u svakodnevnim izazovima. U procesu nastanka same tehnologije i proizvoda sudjelovao je tim stručnjaka: sportskih liječnika, bioničkih stručnjaka, bio-mehaničkih specijalista, ortopeda i tekstilnih inženjera, a bazična ideja je produkt inspiracije samom prirodom. U prirodnom procesu kao što je metabolizam i fizički pokret, postignut je maksimalan efekt s minimalnom potrošnjom energije. Mišići mogu biti snažniji nego što stvarno jesu, a oni ne samo što pokreću tijelo, već ga i podržavaju i stabiliziraju. Cilj je bio naći rješenje koje pomaže stopalima zadržati optimalnu funkcionalnost. Rješenje ovog problema leži u tajni bosih nogu, u čemu se vidi iznimni značaj bionike (znanost koja proučava mogućnost primjene odgovarajućih spoznaja o građi i funkciji živih bića u oblastima razvitka tehnologije). Izazov je bio stvoriti optimalne uvjete bosog hodanja u zatvorenoj okolini cipele. U cilju očuvanja stopala bez žuljeva, abrazije, rana i masnica, ona moraju zadržati suhoću i dobru prozračnost. Anatomske osjetljive područja moraju primiti široku zaštitu od trenja i pritiska. X-Socks® je specijalno prilagođen posebnim zahtjevima određenih sportova, kako za rekreativce, tako i za profesionalce, ali i primjeni u svakodnevnom životu. Jedinstvena struktura sadrži anatomske oblikovan uložak, ispunu i ublaživač udaraca, te pređu s klimatskom regulacijom. Ublažavanje jastučićima koristi se samo na mjestima gdje je to stvarno neophodno. To potpomaže jedinstvenu klimatsku tehnologiju bosih nogu, kao što i štiti te podupire područja stopala koja su izložena naporu. Komponenta svake čarape je X-Cross® Bandage (zavoj) i anatomske oblikovani tabanski dio s ugrađenim kanalima za reguliranje temperature te poprečni sustav kanala za protok, odnosno strujanje zraka [2,3].

Oblik čarape i materijali dizajnirani su tako da sprečavaju udarce i konstantni pritisak, u smislu sprečavanja nastanka žuljeva i abrazije kože. Na slici 1 prikazane su individualne funkcije X-Socks® tehnologije, koje su sastavni dio svake čarape koja je posebno konstruirana za određenu namjenu, odnosno za određeni tip sporta (slika 2):

Štitnik za goljenicu (Shin Protector):

Područje apsorpcije čarape za goljenicu, djeluje kao nagli apsorber, reducira pojavljivanje točaka pritiska i rizika od nastajanja ožiljaka i modrica. Štitnik goljenice je izgrađen od materijala koji je otporan na abraziju i koji odbija udare, te u kombinaciji sa štapičastim jastučićem daje nozi cjelokupnu zaštitu.

Kanali za reguliranje zračne temperature (AirConditioning Channel®):

Sustav izrađen od fine pletene mreže koji pokriva 30% površine kože. Provođi zrak od anatomski oblikovanog djela tabana, duž unutrašnje površine noge, sve do orukvice, i tako osigurava da se vlažan, pregrijani zrak ispušava iz cipela svakim pokretom, a svježji usisava unutra. Na taj je način postignuta optimalna cirkulacija zraka.

Križni zavoj X-Cross® Bandage:

Naša stopala ovise o uskladenosti interakcije tetiva, ligamenata i mišića. Zato, gležnjevi zahtijevaju posebnu zaštitu, bez ograničavanja slobode stopala. Za to je izumljen X-Cross® zavoj. To je križni zavoj oko gležnja, pletene strukture od elastičnog AirDens™ materijala, koji stabilizira gležanj i optimalno podupire funkciju stopala.

Štitnik prstiju (Toe-Protector):

Štitnik za prste osigurava toplinu, naglu apsorpciju i punjenje. Asimetričan štitnik prstiju sačinjen je od Robur™-a, apsorbera pritiska i savršeno obgrljuje asimetrično područje prstiju. Iso Blocker™ sprečava da hladni zrak ulazi, reducira pojavu točaka pritiska i zrači međuprostore, te čuva suhoću.

Samo-regulirajuća orukvica (Self-adjusting cuff®):

Osigurava savršeno prijanjanje. Prilagodava se na svaku veličinu noge, bez stiskanja ili klizanja.

Jastučići gležnja bazirani na zračnom strujanju (AirFlow Ankle Pads™):

Ovi jastučići bazirani na zračnom strujanju štite ovo osjetljivo područje, omekšavaju i osiguravaju gležanj koji u slučaju pada najviše strada. Isto tako pomažu u izmjeni zraka pomoću kanala za reguliranje zračne temperature (Air-Conditioning Channel®).

Anatomski oblikovani D-desno/L-lijevi tabanski uložak (The Anatomically-Shaped "R"-right/"L"-left Footbed):

Anatomski oblikovani D/L tabanski uložak sa ugrađenim kanalima za reguliranje zračne temperature prilagođen je anatomiji stopala. Podupire i omekšava područja visokog napora, te svakim korakom meko ispunjenje apsorbera pritiske i udarce tijela.

Zračni vodiči (AirGuide):

Zračni vodiči smješteni su duž kanala za reguliranje zračne temperature (AirConditioning Channel®), te omogućavaju efektivnu cirkulaciju zraka.

Štitnik rista (The Instep Protector):

Štitnik za rist, odnosno čuvar stopala u obliku pačjeg kljuna oblaže rist štiteći od uganuća, naprezanja, napetosti, značajno reducira pojavu bolnih točaka pritiska, te ožiljaka, žuljnih rana i žuljeva. Specijalna kombinacija Skin NODOR® i Mythlan vlakna ili Silver NODOR®-a znači da materijal ne reducira prostor u unutrašnjosti obuće, već zarobljavaju zrak u vlakno. Te male vrećice zarobljenog zraka štite od bilo kakovog pritiska. Uslijed nastanka pritiska, one se rastežu i ekspandiraju.

Asimetričan štitnik za vrhove prstiju (The asymmetric ToeTip Protector):

Pokreti noge u obući uzrokuju da stopalo klizi prema naprijed, što uzrokuje pritisak na prste. Štitnik vrhova prstiju služi za odbijanje tog pritiska, napravljen od šupljikave prede Robur™-a, koja apsorbera udare, te savršeno obgrljuje konture asimetričnog područja prstiju.

Štapičasti jastučić (Rod-type padding):

Jastučići u obliku štapića reduciraju pritisak i apsorberaju udarce. Štite donji dio noge bez sprečavanja pokretljivosti mišića lista.

Štitnik ahilove tetive (Achilles' tendon Protector):

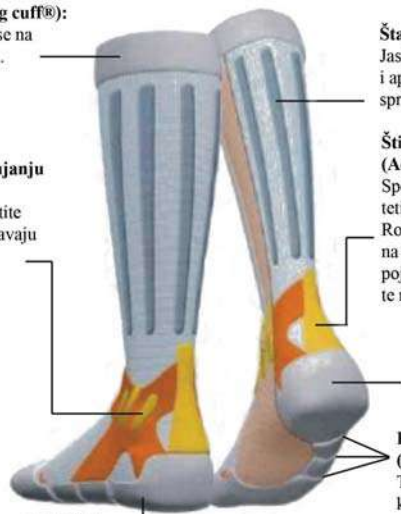
Specijalan Lambertz-Nichols štitnik ahilove tetive, napravljen od naglo apsorberajućeg Robur™-a, sprečava napetost i naprezanje na osjetljivoj ahilovoj tetivi, te reducira pojavu bolnih točaka pritiska i ožiljaka, te rana i žuljeva.

Štitnik pete (Heel Protector):

Ovaj štitnik na području pete apsorbera trenje i tako efektivno smanjuje rizik od nastanka žuljnih rana.

Poprečni sustav kanala za strujanje zraka (TraverseAirFlow Channel System™):

To je ventilacijski sustav napravljen od tri kanala koji provode vlagu i toplinu u područje kanala za reguliranje zračne temperature (AirConditioning Channel®). Poprečni sustav kanala za strujanje zraka osigurava veliko područje, koje opskrbljuje svježim zrakom.



Slika 1: Područja X-Socks®-a s različitim načinima reguliranja temperaturne ravnoteže i optimalne tjelesne temperature



Motociklizam

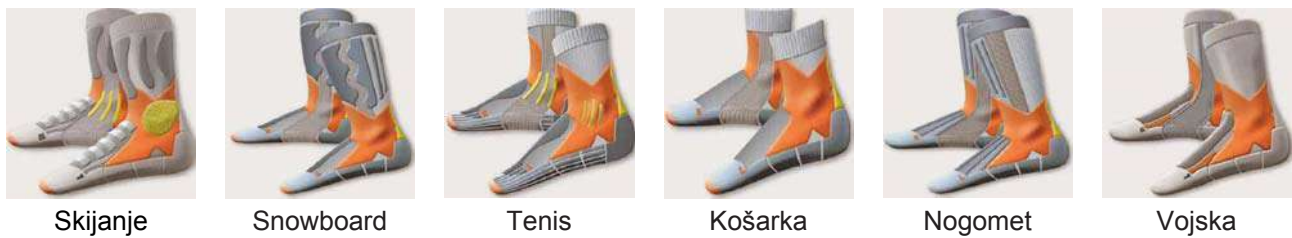
Biciklizam

Trčanje

Planinarenje

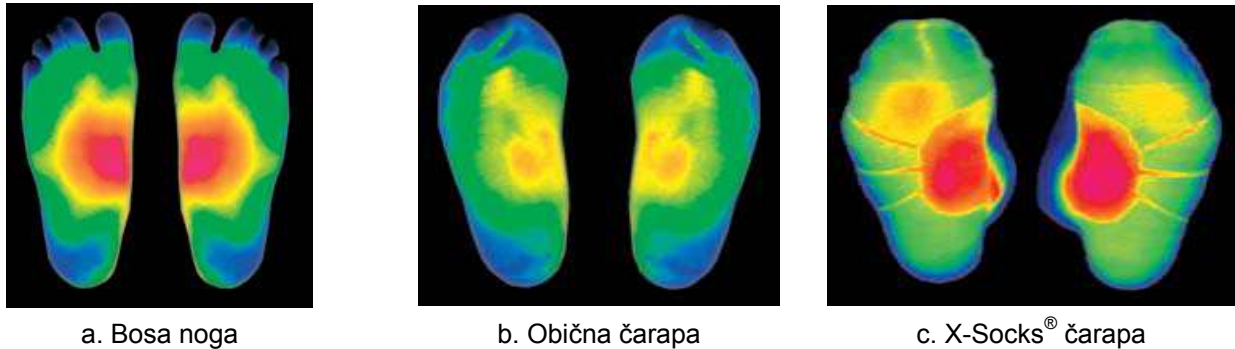
Brzo hodanje

Golf



Slika 2: Neke od mnogih vrsta X-Socks[®] čarapa specijalno prilagođenih posebnim zahtjevima određenih sportova

Termalne slike (slika 3) jasno demonstriraju raspodjelu topline na području stopala bosih nogu, nogu u običnim čarapama i nogu u X-Socks[®] čarapama, gdje crvena boja označava temperaturno područje od 27,5 do 30°C; žuta - od 26,5 do 27,5°C; zelena - od 25,5 do 26,5°C te plava - od 23,5 do 25,5°C.



Slika 3: Termalne slike stopala

Slika 3a pokazuje prirodnu raspodjelu topline bosih nogu s ravnotežom temperature i vlage u idealnim uvjetima. Može se jasno vidjeti da se najviše topline stvara u području luka tabana, dok je temperatura prstiju i pete značajno niska. Slika 3b prikazuje termalnu sliku noga u običnoj čarapi, što ukazuje na relativno hladnu vanjsku površinu, što znači da su toplina i vlaga zadržani blizu kože, pa tako koža ostaje vlažna i pregrijana. Čarapa zadržava toplinu, a kada dođe do fizičke aktivnosti, nivo topline se kontinuirano povećava, a budući da ne postoji opcija premještanja topline na površinu, pomaci stvaraju trenje te u kombinaciji s toplinom i žuljeve. Ako pak, s druge strane, pogledamo X-Socks[®] čarape, vidjet ćemo da X-Socks[®] tehnologija omogućava zadržavanje temperature stopala kakvo je odredila i sama priroda. Termalna slika (slika 3c) pokazuje idealnu raspodjelu topline (slika je gotovo jednaka termalnoj slici bosih nogu), što dokazuje efektivnost u otpuštanju viška topline, jasno pokazujući klimatsku regulaciju kanala za reguliranje temperature. Nemoguće je spriječiti zagrijavanje stopala u čarapi, ali je moguće prevesti toplinu na površinu - točno na način kako to priroda čini [4]. Višak vlage se otpušta zajedno s toplinom, što omogućavaju kanali za reguliranje temperature. Kanali započinju u najtoplijoj točki, na luku tabana, te se šire stopalom i nogom prema gore - van iz obuće. Toplina i vlaga se kontinuirano reguliraju efektom pumpanja, koji osigurava da se svakim korakom svjež zrak kreće oko stopala, čak i ispod luka tabana.

3. Vlákna i materijali

Specijalno razvijene pređe i vlakna visoke tehnologije dozvoljavaju da X-Socks[®] tehnologija ispunjava zahtjeve koji se na njih postavljaju [5]. Između ostalih to su: Capilene, Carline, Coolmax, Lanatex, M Liine, Powerdry, Robur, Hires, Durawool, Calesco, NanoCore, AirGoTex, no poseban naglasak je dan na Skin NODOR[®] i Silver NODOR[®].

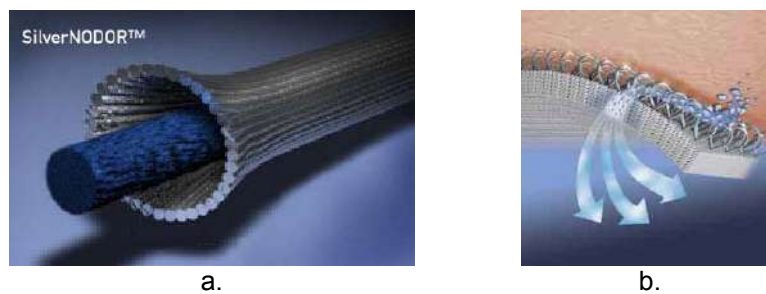
Skin NODOR[®] je klimatski aktivni nano-filament koji u svojoj unutrašnjosti sadrži anorganske i antibakterijske primjese koje se ne prenose na kožu, a funkcionira na principu kontinuirane reakcije iona unutar vlakna. Postupno otpuštanje iona, koji se aktiviraju tjelesnom toplinom, ključ je učinkovitosti vlakna, gdje ti ioni uspješno zaustavljaju aktivnosti mikroorganizama koji su odgovorni za razvoj bakterija (dva najvažnija tipa bakterija - gram-pozitivnih i gram-negativnih) (Slika 4). Pretjeran rast bakterija na koži i odjeći može uzrokovati neugodan miris. Skin NODOR[®] ne ubija bakterije (ima antibakterijsko svojstvo), već sprečava njihov rast i time ne uništava prirodnu bakteriološku okolinu zdrave kože. Zahvaljujući toj jedinstvenoj antibakterijskoj primjesi u polimernoj matrici (sastavni je dio vlakna, a ne sloj na površini, pa se primjesa ne može prenijeti na kožu), ne nastaju alergijske reakcije. To je vrlo čvrsto vlakno koje izdržava dugotrajno

nošenje, pranjem ne gubi svoja antibakterijska svojstva, a proizvodi su nevjerojatno meki i iznimno udobni [2,3].



Slika 4: Presjek Skin NODOR®-a s primjesama i otpušajućim ionima

Silver NODOR® je pređa izgrađena od poliamidne (PA) jezgre i 99,9% čistog srebra na površini pređe (slika 5a). Pređu aktivira tjelesna toplina otpušajući nabijene ione koji su potpuno sigurni i ne izazivaju reakcije na koži. Ti mikroskopski ioni srebra vežu se na bakterije, ometaju sintezu RNA i DNA, te time onemogućavaju reprodukciju i ubijaju organizme (bakterije i gljivice). U sličnim proizvodima srebrne pređe su jednostavno utkane uz konvencionalnu pređu, a taj nedostatak dovodi do činjenice da je velika količina jakog srebra u direktnom kontaktu s površinom kože. Specijalni TerryLoop dizajn (slika 5b) omogućava zadržavanje elastičnosti i osigurava da 80% površine stopala bude u konstantnom kontaktu s čistim neoksidirajućim srebrom. Petlje stvaraju odbojnu zonu (jer pređa ne absorbira vodu) pa se vlaga, stvorena na površini kože, brzo istiskuje na vanjski sloj čarape, čime koža ostaje suha [2,3].



Slika 5: Silver NODOR® pređa izgrađena od PA jezgre obavijene čistim srebrom (a) i TerryLoop konstrukcija (b)

4. Zaključak

Trendovi tekstilija, pa tako i čarapa, u 21. stoljeću temeljit će se na međudjelovanju konvencionalne znanosti i visoke tehnologije, kreativnosti i funkcionalnosti, protkanih u karakteristična svojstva novih materijala. Teži se tome da se željeno svojstvo i funkcija izrazi već u molekuli, pa i vlaknu, pređi i materijalu, neovisno o njegovu sastavu i strukturi. Rezultat su inteligentni materijali sa zavidnim atributima, te kao takvi predstavljaju budućnost tekstilne industrije. Novo tisućljeće predstavlja snagu zajedničkog djelovanja različitih stručnih područja, od tekstilnog inženjerstva, medicine, bioznanosti do informatike, kako bi se proizvele revolucionarne tehnologije koje će moći zadovoljiti sve veće zahtjeve koji se pred njih stavljaju.

Literatura

- [1] Srdjak, M.: Pletena struktura – temelj tehničkog tekstila, Tekstil 51 (2002)1, str.1-6, ISSN: 0492-5882
- [2] <http://www.x-bionic.com/> (pristupljeno od 2010.)
- [3] <http://www.x-socks.com/> (pristupljeno od 2011.)
- [4] Pause, B.: Nove tekstilije s efektom klimatizacije, Tekstil 49 (2000) 11, str.718-720, ISSN: 0492-5882
- [5] Auzija, A.P.; O'Brien, J.P.: Vizija o vlaknima na početku novog tisućljeća, Tekstil 50 (2001) 7, str.363-368, ISSN: 0492-5882



SEKCIJA B

MEHANIČKE TEHNOLOGIJE

SECTION B

MECHANICAL TECHNOLOGIES

UTJECAJ BRZINE I GUSTOĆE PLETENJA NA SILU POVLAČENJA I STRUKTURALNE ELEMENTE OSNOVINIH PLETIVA

INFLUENCE OF SPEED AND KNITTING DENSITY ON HAULING FORCE AND STRUCTURAL ELEMENTS OF WARP KNITS

Vojislav GLIGORIJEVIĆ; Jovan STEPANOVIĆ; Vasilije PETROVIĆ & Petar STOJANOVIĆ

Sažetak: Opisuje se sila povlačenja taft materijala tijekom povlačenja pletiva s igala i između valjka za napinjanje i valjka za namatanje pletiva. Dobiveni rezultati su pokazali da su sile povlačenja pletiva između igala i valjka za napinjanje dva do četiri puta veće od sila povlačenja pletiva između valjka za upravljanje i za namatanje pletiva. Mjerenje sile povlačenja pletiva provedeno je kod brzina stroja od 8.5 min^{-1} and 580 min^{-1} kod različitih gustoća pletenja. Sile u elementima polupetlje i elementima petlje su izračunate i uspoređene sa silama koje su dobivene eksperimentalno pomoću senzora i druge prateće opreme. Posebna pozornost posvećena je ponašanju pređe na samom stroju, od uređaja za napinjanje do pletačkih igala kod malih (8.5 min^{-1}) i velikih (580 min^{-1}) brzina pletenja kod različitih gustoća pletenja. Na temelju prosječnih sila u ciklusu oblikovanja očica ocijenjeni su svojstva istezanja i linearna gustoća pređe u momentu istezanja, površina poprečnog presjeka, modul elastičnosti, radijalna učestalost, uvjetni period ciklusa, koeficijent prigušivanja i logaritamsko smanjenje, drugim riječima, prirodni logaritam omjera sekvencijalnih maksimuma rješenja $x(t)$.

Abstract: An account of taffeta fabrics hauling force, immediately during haulage of knit from needles and between tensioning roller and directing knitted cloth beam, is given. The results obtained have shown that the hauling forces of knit between needles and tensioning roller are two to four times as great as knit hauling forces between directing and cloth roll of the machine. The measurement of knits hauling force has been performed at machine speeds of 8.5 min^{-1} and 580 min^{-1} for different knitting densities. The forces in elements of half-loop and loop elements were calculated and compared with forces obtained experimentally, using sensors and other accompanying equipment. A special attention has been paid to the behavior of the yarn on the machine itself, from tensioning mechanism to knitting needles at both low (8.5 min^{-1}) and high (580 min^{-1}) speeds of knitting at different densities of knitting. On the basis of average forces in the cycle of loop formation, properties as elongation and linear density of yarn in the moment of extension, cross section surface, elasticity modulus, self-radial frequency, conditional period of cycle, damping coefficient and logarithmic decrement, in other words, natural logarithm of the ratios of sequential maxima of solutions $x(t)$, have been assessed.

Ključne riječi: sila povlačenja pletiva, polupetlja, gustoća pletenja, brzina pletenja

Keywords: hauling force of knit, half-loop, loop, density of knitting, speed of knitting

1. Experimental

1.1 Material and Methods

Using sensor and accompanying equipment (Fig.1c) [1, 2] the hauling force of taffeta knit (Fig.1b) on Rachel "Super Grant" RE-4 knitting machine (of. Karl Mayer) has been measured directly during its haulage from needles, respectively between needles and tensioning roller (Fig.1a), (further in the text "zone 1"), and between tensioning roller- directing roller and knitted cloth roller (further in the text "zone 2").

2. Results and Discussion

2.1 Forces in elements of half-loops and loops

The results of measurements are given in Tab.1. From experimental results it is obvious that hauling force in the zone 1 is two to four times as great as the hauling force in the zone 2, which can be explained by the forces acting in the knitting zone itself, respectively in the needle in the single phases of loops forming process.

Table 1: Hauling forces of Taffeta knitted fabric in dependence on speed and density of knitting

Speed of knitting [min ⁻¹]	Density of knitting [cm ⁻¹]	Hauling force of knit [cN]	Knitting zone
8.5	I	10.36	1
580	I	22	1
580	I	2	2
580	II	2.5	2
580	III	4.5	2
580	IV	5	2

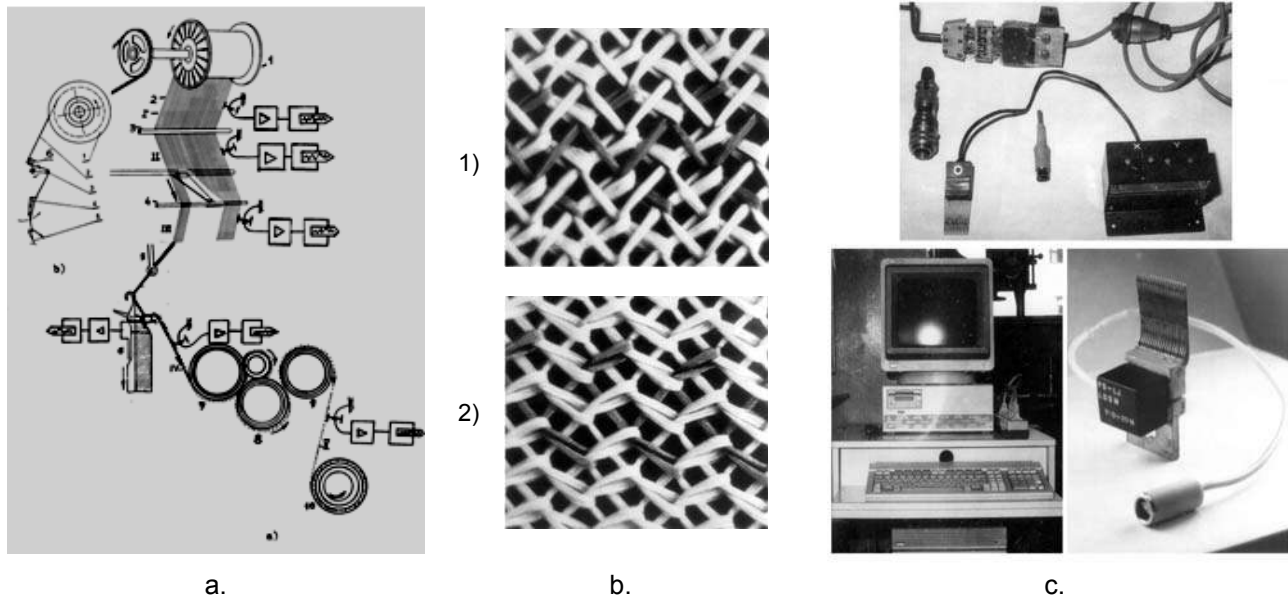


Figure 1: a) The scheme of Rachel machine with measuring points and sensor (Legend: 1- bobbin; 2- warp; I- Compensation zone; 3- Directing bar; II- Compensation zone; III- Compensation zone; 4-Tensioning mechanism; 5- Laying down of warp; 6- Needle with built-in sensor; IV-Knitted cloth; 7- Hauling roller; 8, 9- Directing rollers; V-compensation zone; 10- Knitted cloth roller); b) Photograph of taffeta knitted fabric from right side (1) and reverse (2); c) Measuring apparatus

Table 2: Forces in elements of half-loops and loops of taffeta knitted fabric

Forces in the stitching phase, $F_{o_{max}}$ [cN]	Friction of yarn [μ]	Contact angle α [rad]	Forces in half-loop/loop leg F[cN]	Forces in half-loop/loop F[cN]
6	0.253	1.485	4.120/2.59	8.242/5.18
16.5	0.253	1.485	11.332/0.5	22.664/1.00

The diagrams of knit hauling force for the zone 1 at machine speeds 8.5 min⁻¹ and 580 min⁻¹ for knitting density I are presented in the Figs. 2a. and 2b. In the zone 2 the hauling force of knit at greater speed of knitting has been measured for all four densities of knitting.

The diagram of knit hauling force for density I is shown in the Fig. 2c, for density II in the Fig. 2d, for density III in the Fig. 2e and for density IV in the Fig. 2f. From these diagrams it may be seen that with an increase of the tension of the warp and of the knitted fabric, the hauling force of knit is changed as well as the density of knit. The forces in elements of half-loops and loops were also influenced in single phases of loops formation, as it has been proven experimentally.

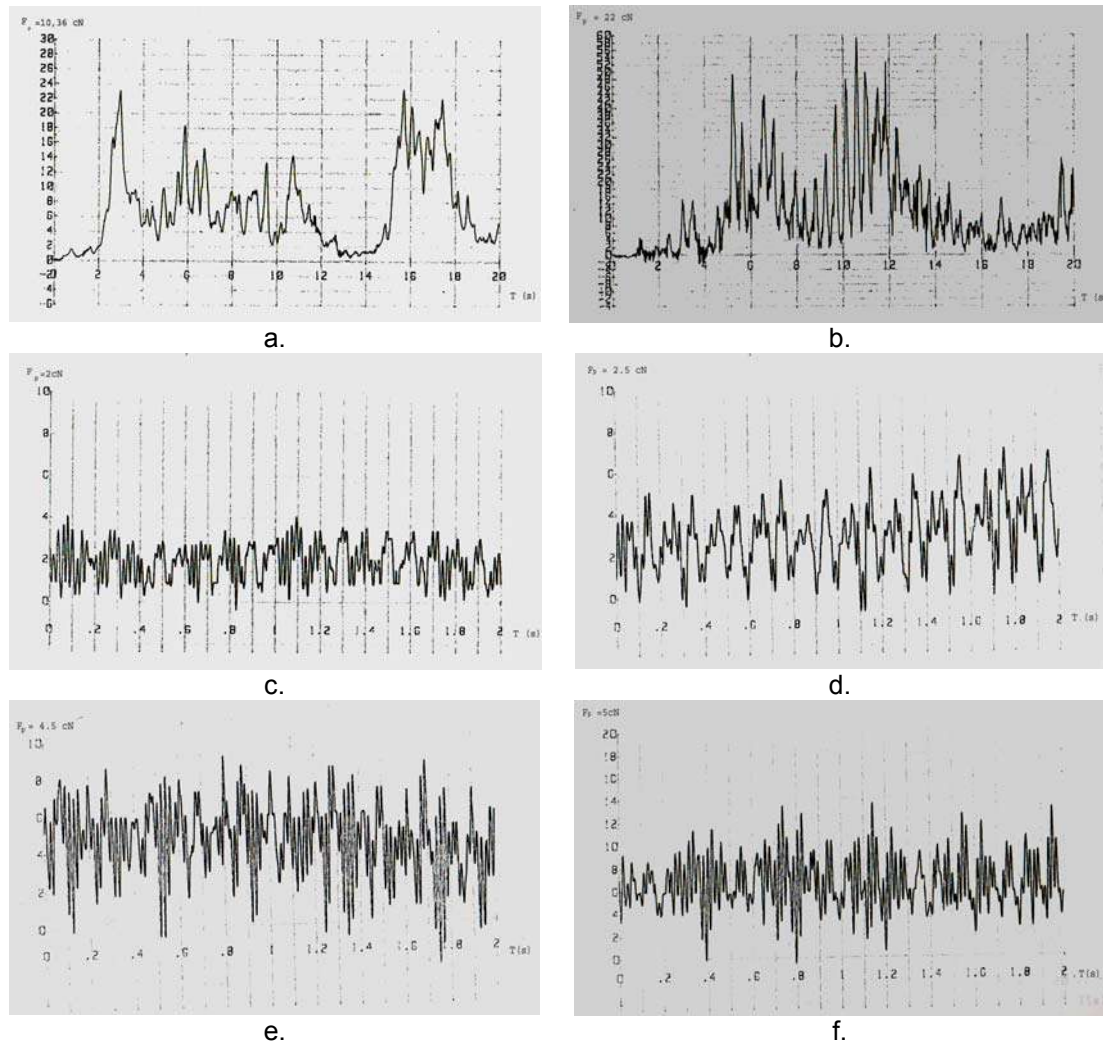


Figure 2: a) Diagram of taffeta knit force at knitting speed of 8.5 min^{-1} and density I (zone 1); b) Diagram of taffeta knit haulin force at knitting speed of 580 min^{-1} and density I (zone 1); c) Diagram of taffeta knit hauling force at knitting speed of 580 min^{-1} and density I (zone 1); d) Diagram of taffeta knit hauling force at knitting speed of 580 min^{-1} and density II (zone 2); e) Diagram of taffeta knit hauling force at knitting speed of 580 min^{-1} and density III (zone 2); f) Diagram of taffeta knit hauling force at knitting speed of 580 min^{-1} and density IV (zone 2)

3. Force in the elements of half-loops and loops

According to Euler's formula

$$F_1 = \frac{F_o}{\exp \mu_1 \alpha_1}, \quad F_2 = \frac{F_1}{\exp \mu_2 \alpha_2}$$

forces in elements of half-loops and loops could be calculated and compared with forces obtained experimentally, using sensors and other accompanying equipment. In Tab.2 values of force in half-loop and loop are given, i.e.

$$F_1 = \frac{6}{e^{0.253 \cdot 1.485}} = 4.120 \text{ cN} \quad (1)$$

in one leg, or 8.241 cN in half-loop. According to the experiment, the average force of knitted fabric hauling is equal to 10.36 cN. Taking into account the condition that

$$F'_p < F_o \cdot \cos \beta + F_1 + F_2 \quad (2)$$

in the case $\beta = 52^\circ$ and $F_1 = 4.120 = F_2$,

$$F'_p < 6 \cdot \cos 52^\circ + 8.241, \text{ i.e.} \\ F'_p < 11.93 \text{ cN.}$$

According to the expressions (1) and (2), F_p' will be equal to

$$F'_p = 6 \cdot \left[\cos 52^\circ + \frac{1}{e^{0.253 \cdot 1.485}} \cdot \left(1 + \frac{1}{e^{0.253 \cdot 1.485}} \right) \right] = 10.64 \text{ cN}$$

Tension in the loop leg, according to the expression (1) will be:

$$F = 0.25F_p = 0.25 \cdot 10.36 = 2.59 \text{ cN}$$

In the half-loop leg this force will be equal to 4.12 cN. The hauling force of knitted fabric in the zone 2, according to the diagram from the Fig.1.3 equals to 2 cN, while the tension of the yarn in the loop leg is equal to $F = 0.25 \cdot 2 = 0.5$ cN. From these data it is obvious that the force in the legs of loops in the zone 1 is twice as great as the force in loops legs in the zone 2 and in relation to half loop it is 3.5 times greater.

In the case of greater speed and the density 1, when the hauling force of knitted fabric in the zone 1 (fig.1.2) is equal to 22 cN and the in-coming force in the phase of stitching according to the diagram equals to 16.5 cN, the coefficient of friction is 0.253 and the contact angle of yarn on needles is 1.485 rad, the force in the half-loop leg will be:

$$F_1 = 16.5 \cdot \frac{6}{e^{0.253 \cdot 1.485}} = 11.332 \text{ cN or } 22.66 \text{ cN.}$$

The average hauling force, obtained experimentally, is 22 cN. From the expressions (1) and (2) it follows that the values of average hauling force are $F_p < 32.81$ and $F_p = 29.27$ cN respectively. The tension of the yarn in the legs of loops according to the expression (1) is 5.5 cN, while in the leg of half-loop it equals to 11.332 cN; in other words, this force is twice as great as the force in the leg of loops and in relation to the loop in the zone 2, it is 5.5 times greater.

4. The influence of the force of warp tension and knitting density on the period of loop forming cycle of taffeta knits

4.1 Conditional resonance in the knitting process

Under conditional resonance, the increased amplitude in the case of coincidence of the self- and disturbance frequency is understood. If an increase of the amplitude is followed by corresponding increase of strain, occurring in oscillating elements during knitting process, it is clear that the resonance is of great importance for projecting and calculating of machine construction [9].

The greater the rigidity of the yarn, the greater the frequency of oscillating; it decreases with an increase of yarn length and the magnitude of oscillating of that yarn. By great speeds, when the force of resistance is proportional to the speed of movement, it is necessary to take into account the force of resistance in the equation of oscillating. In the works [1, 2, 3], on a "kettentstuhl" machine, the change of different yarns behavior in single processes of loops forming has been assessed by using a measuring head. However, the results obtained were not reliable because of greater faults that occurred during measurement. In order to obtain more reliable results, the inclusion of a sensor in the needle segment itself proved to be necessary.

The special attention has been paid to the behavior of the yarn, in the zone from tensioning mechanism to knitting needles [6, 7, 8] at both low (8.5 min^{-1}) and high (580 min^{-1}) knitting speed and with different densities of knitting. Before knitting, the length from tensioning mechanism to knitting needles was equal to 50 cm. According to the extension diagram, the extension of the initial yarn length (50 cm) for 1%, requested force equal to 2 cN and elongated yarn has been 50.5 cm long. In order to calculate the yarn cross section surface in the moment of extension, the determination of yarn linear density was necessary in the same moment. As the mass of initial yarn was 0,0092gr, the linear density of the yarn extended for 1% will be:

$$T_t = \frac{0.0092 \cdot 10^3}{0.505} = 18.217 \text{ tex}$$

and the yarn cross section surface

$$S = \frac{18.217}{1000 \cdot 1.38} = 0.01320 \text{ mm}^2$$

For specific mass of polyester yarn the value of $1.38 \text{ mg} \cdot \text{mm}^{-3}$ has been used. The elastic rigidity modulus, as the relation of the force and the surface of yarn cross section, will be equal to

$$S = \frac{18.217}{1000 \cdot 1.38} = 0.01320 \text{ mm}^2$$

In the case of slow machine work, the average force of 13 cN (Tab.3) in the cycle of yarn forming will provoke an elongation of 6% and the length of the yarn will be 53cm. The yarn linear density in the moment of extension will be 17.358 tex, yarn cross section surface will be 0, 01 257 mm² and the module of elasticity will be 103 420.8 cN.cm⁻². The self radial frequency (Tab.4) will amount to 1.0104s, and the conditional period of cycle to 6.215s. The coefficient of damping is valued at 0.009336s, and the logarithmic decrement at $4.766 \cdot 10^{-3}$. "Logarithmic decrement", $2 \cdot \pi \cdot h / \omega = 0.0339637$, is, as already mentioned, the natural logarithm of the ratios of sequential maxima of solutions $x(t)$. In this case the oscillating is damped, too. The conditional period of cycle decreases with an increase of the force in relation to the period of cycle obtained experimentally. With an increase of knitting density the average force in the cycle amounts to 1.5 cN, while the elongation of the yarn equals to 7%, which corresponds to the length of the yarn of 53.5 cm. Elasticity modulus equals to 108338 cN.cm⁻², self radial frequency to 1.025 s and conditional period of cycle to 6.126s. The decrease of the conditional period of cycle is evident.

Table 3: Impact different density of the knitting speed of 8.5 and 580 min⁻¹ at fineness of stressed yarn

Speed of knitting [min ⁻¹]	Density of knitting without stress [cm ⁻¹]	Initial yarn length without stress [cm]	Yarn fineness before stress [tex]	Average force in the cycle of knitting [cN]	Yarn elongation [%]	Length of stressed yarn [cm]	Fineness of stressed yarn [tex]
8.5	I	50	19.53	13	6	53.00	17.358
8.5	II	50	19.53	13.50	7	53.50	-
8.5	III	50	19.53	13.63	7.75	53.875	-
580	I	50	19.53	16.80	8	54.00	17.037
580	II	50	19.53	15.655	-	-	-
580	III	50	19.53	19.836	-	-	-
580	IV	50	19.53	21.64	-	-	-

At the greatest knitting density allowed, the average force in the cycle amounts to 13.63 cN and the elongation to 7.75%, this value corresponding to the yarn length of 52.875 cm. The elasticity modulus is valued at 110185.93 cN.cm⁻², the self radial frequency at 1.0264 s, the period of cycle at 6.118s. With a minimum difference between forces, the conditional period of the cycle is still decreasing. In the case the machine is working at the speed of 580 min⁻¹, at the initial density I, the average force in the cycle of loops forming is 16.8 cN and elongation of the yarn is 8%.

The yarn linear density in the moment of extension is 17.037 tex, yarn cross section surface is 0.01234 mm² and elasticity modulus is 136142.6 cN.cm⁻². The self radial frequency is equal, for all 20 cycles, to 3.73211s and the conditional period of one cycle to 0.0841 s. The period of one cycle, obtained experimentally, is 0.103s. The damping coefficient in this case is 0.1345, and the logarithmic decrement is 0.0472. For the second density the average force in the cycle is 15.655 cN, the self radial frequency is 0.1235 s, and the conditional period of one cycle is 0.12s. For the third density the average force in the cycle is 19.836 cN, the self radial frequency is 0.1235 s, and the conditional period of one cycle is 0.123 s. For the fourth maximally allowed density of knitting, the average force in the cycle is 21.64 cN, elasticity modulus is 178547 N.cm⁻², self radial frequency of all cycles is 2.9924 s and the conditional period is 2.098 s or 0.104 s for one cycle.

Table 4: Impact different density of the knitting speed of 8.5 and 580 min⁻¹ at coefficient of dumping and log. decrement

Speed of knitting [min ⁻¹]	Density of knitting [cm ⁻¹]	Surface of yarn cross section [mm ²]	Self radial frequency [s]	Conditional period of cycle [s]	Coefficient of dumping [s]	Logarithmic decrement
8.5	I	0.01257	1.0104	6.215	0.009336	4.766□10-3
8.5	II	-	1.025	6.126	-	-
8.5	III	-	1.0264	6.118	-	-
580	I	0.01234	0.186	0.0841	0.1345	0.0472
580	II	-	0.1235	0.123	-	-
580	III	-	0.144	0.108	-	-
580	IV	-	0.149	0.104	-	-

5. Conclusion

By using sensor, built in the needle segment, the change of yarn strain and the hauling force in the knitting and compensation zones of the knitting machine have been assessed at different speeds and knitting densities. The hauling force in the zone 1 is twice to four times as great as the hauling force of the knit in the zone 2, this fact being attributed to the forces acting in the knitting zone itself in the single phases of loops forming process. On the bases of the diagrams obtained, it is obvious that with an increase of tension of the warp and the knit, the hauling force is also changed, as well as knitting density. This specially influenced forces in half-loop and loop elements in the single phases of loops formation.

Time period of one cycle at 8.5min⁻¹ equals to 7s, and at 580min⁻¹ to 0.103 s. The calculated values of time periods differ from experimental values thanks to deformation instantaneously appearing in yarns during the work of the machine and to entanglement of yarn in the knitting process.

During loops formation process, the hauling force of knit must be inferior to the force in half-loop. In this case $F_p' < 11.93$ cN because, according to the experiment, $F_p' = 10.36$ cN. In one moment these forces will equalize, so that $F_p' = 10.64$ cN. At higher speed of the machine the hauling force of the knitted fabric in zone 2 attains 22 cN. The initial force in the stitching phase is 16.5 cN and the force in the half-loop leg is 22.66 cN. In this case, too, the force $F_p' < 29.27$ cN. Yarn tension in the loop leg is 5.5 cN and in the half-loop leg is 11.333 cN.

As illustrated by the data in tables, the forces change in single zones and at greater speeds these forces are substantially greater because of increased yarn tension obtained on account of an increase of machine speed and knitting density.

The difference among calculated end experimental time constant in one cycle originates from the deformation of the yarn in the knitting and compensation zones, the total deformation being composed from three components: elastic, viscoelastic and plastic part. These deformations are acting instantaneously and are dominating only at greater speeds, in other words by greater yarn tension. At lower speeds only elastic part is dominating, thanks to the lower yarn tension. This is confirmed by the results obtained for time constants of cycles at the lower knitting speed, where the stress of yarn is law in comparison with stress of yarn at high speeds of knitting, when the damping coefficient is significantly greater.

References

- [1] Gligorijević R. V.: Uticaj dinamičkih karakteristika mehanizama za zatezanje osnove na prugavost pletiva, magistarski rad, VTO Tekstilna tehnologija, Ljubljana, (1986) 47
- [2] Gligorijević R. V.: Upliv dinamike in trenja niti v kompenzacijski in pletilni zoni na strukturo pletiva, disertacija, VTO Tekstilna tehnologija, Ljubljana, (1990)
- [3] Havas, V. & Petrova, V. A.: Influence of the yarn strukture on the processing behaviour and the properties, Melliand Textilberichte, 3 (1980) 240-241
- [4] Havas, V. & Petrova, V. A.: Influence of the yarn strukture on the processing behaviour and the properties, Melliand Textilberichte, 4 (1980) 326
- [5] Havas, V. & Petrova, V. A.: Influence of the yarn strukture on the processing behaviour and the properties, Melliand Textilberichte, 5 (1980) 426
- [6] Gligorijević, V. i sur: Dinamika zatezanja niti u procesu pletenja, Teksti, Vol 40 (1991) 9, 415-420
- [7] Gligorijević, V.; Stamenković, M. & Stepanović, J.: Dinamika zatezanja i oscilovanja pređe u procesu pletenja, Monografija, TF Leskovac, (2001)
- [8] Gligorijević, V. i sur: Yarn tension and oscillation in the process of warp knitting, FIBRES & TEXTILES in Eastem Europe, Vol 11 (2003) 1, 25-27
- [9] Kopias, K.: Fadenzugkrafte im Bereich des Fadenspanners an Kettenwirkmaschinen, Melliand Textilberichte, 9 (1985) 646

PRILOG OČUVANJU TRADICIJE RUČNOG TKANJA U DIJELU SISAČKO-MOSLAVAČKE ŽUPANIJE

A CONTRIBUTION TO THE PRESERVATION OF HAND WEAVING IN PART OF THE SISAK- MOSLAVINA COUNTY

Željko KNEZIĆ; Stana KOVAČEVIĆ & Ana SARAF

Sažetak: *Bogata i duga tradicija ručnog tkanja u Hrvatskoj iziskuje posebnu pozornost zbog potrebe da se sačuva od zaborava. S tim povodom, u dijelu Sisačko-moslavačke županije – Moslavini, pristupilo se proučavanju i analizi pronađenih uzoraka, a zatim izradi replike ručnim tkanjem. Dat će se pregled pripreme pređe i postupaka pri nastajanju specifičnih uzoraka izrađenih iz lana i pamuka tkanjem posebnim tehnikama koje su prepoznatljive za moslavačko područje gdje se potka koja stvara uzorak pojavljuje samo kod stvaranja uzorka na tkanini i ne utkiva se po cijeloj širini tkanine. Sirovinski sastav, finoća pređe i gustoće osnove i potke pri tkanju odabranih uzoraka primijenjenom tehnikom specifične su za etno baštinu ovog dijela Hrvatske.*

Abstract: *The rich and long tradition of hand weaving in Croatia requires special attention because of the need to preserve it from oblivion. On this occasion in part of the Sisak-Moslavina County the study and analysis of ascertained causes was undertaken, and afterwards a replica was made by weaving. An overview of the preparation of yarns and procedures for making specific patterns from flax and cotton by weaving in special techniques characteristic of the Moslavina Region, where the weft used for creating a pattern is used only in creating a pattern on the fabric and is not inserted over the whole fabric width, is given. Raw material composition, yarn count and density of warp and weft threads in weaving the selected patterns using the applied techniques are specific to the ethnic heritage of this region of Croatia.*

Ključne riječi: *ručno tkanje, tradicija u Hrvatskoj, Sisačko-moslavačka županija, lan, svila, vez*

Keywords: *hand weaving, tradition of Croatia, Sisak-Moslavina County, flax, cotton, silk, weave*

1. Uvod

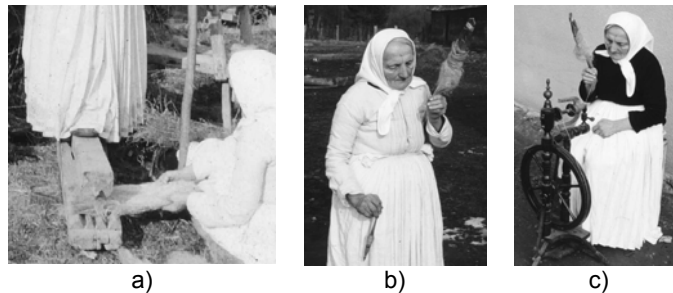
Životopisan, lagano brežuljkast prostor Moslavine u Sisačko-moslavačkoj županiji svoju posebnost nadopunjuje s puno truda izrađenom odjećom, narodnom nošnjom žitelja. Naime, pronalaze se mnogi razlozi kako se pohvaliti bogatom ostavštinom predaka, te iz hrastovih škrinja izvaditi odjevne predmete stare preko sto godina. Uočljivo je (osim dobre usčuvanosti) da su ručno tkani pređom lana ili konoplje, pri tkanju ukrašavani svilenim, a kasnije i pamučnim nitima. Lan i konoplja uzgajani su na tom području, a bila je razvijena i prerada u pređu, priprema pređe za tkanje i ručno tkanje. U Moslavini tkale su žene, rijetko muškarci koji su sudjelovali pri pripremi zemlje i uzgoju lana. Samo poneki muškarci spretnijih ruku od drveta i metala izrađivali su (ovisno o sposobnostima) alate i naprave za obradu lana i konoplje [1]. Danas postoji zanimanje za kulturno nasljeđe, ali su rijetki pojedinci koji uz poseban trud praktično održavaju nit tradicije. Velik je problem što se često improvizira na štetu originalnosti, čime se gubi dosljednost tradicije.

2. Tekstilne sirovine, postupci i ručno tkanje u Moslavini

Klima i tlo u Moslavini pogodni su za uzgoj lana i konoplje, te su zbog toga ti materijali najviše zastupljeni u odjevnim predmetima: konoplja u prostirkama, vrećama i grubljoj svakodnevnoj odjeći, lan u finoj odjeći za svečane prilike - u čiju izradu je uloženo mnogo truda. Prije početka tkanja moralo se sve dobro isplanirati: razlučiti što je potrebno u domaćinstvu – da li neki odjevni ili uporabni predmet, a zatim odrediti što sve treba učiniti. Dakle, početna ideja određivala je da li će se sijati lan ili konoplja, kada i koliko. Slijedila je priprema zemljišta, sjemena, sjetva, a nakon čupanja ili košnje preostajalo je još mnogo poslova pri obradi vlakna da bi se došlo do tkanja. Pri tkanju karakterističnim tehnikama ukrašavala se strogo namijenjena tkanina za određeni dio odjevnog predmeta. Osim lana upotrebljavala (ovisno o materijalnim mogućnostima) prirodna svila (obojena ili bijela), pamučni konac, a rjeđe obojena fina vuna [2]. Pamučna pređa i konac sve više su potiskivali laneni, te se u tkanim uzorcima novijeg datuma pronalazi pamučni konac („končec“) u osnovi, a u potki kombinacije lana sa svilom (kasnije umjetna vlakna), lana sa vunom, konoplje i lana.

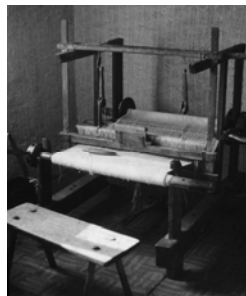
2.1 Lan, uzgoj i prerada

Uzgajano je nekoliko sorti lana, a glavna razlika bila je u terminu sijanja. Uočavaju se dvije vrste: u jesen sijao se „Ozimec“, a „Svilec“ (proljetni lan) sijao se u proljeće (ovisno o vremenskim prilikama: od ožujka do svibnja). Sazrio lan (početkom ljeta) čupao se s korijenom da bi se dobilo duže vlakno [3], vezao u snopove, a nakon toga grubim češljem (zvanom „rilj“) odvajalo se sjeme od stabljike. Očišćene stabljike lana izdvajale su se u rukoveti (ručice), njih 12 vezalo se zajedno u snopove koji su se slagali između kolaca u lagano protočnoj vodi. Namakanje je trajalo oko tjedan dana iza čega su se snopići u obliku stošca posložili na livadu i sušili do 2 tjedna. Nakon sušenja, (u jeku ljeta) još dok su visoke vanjske temperature, obavljalo se „stupanje“ - lomljenje i uklanjanje drvenastog dijela stabljike lana na „stupi“ (sl.1a). Slijedeći koraci obrade lanenog vlakna obavljali su se kad su dozvoljavali poslovi u polju, a to je najčešće bilo iza berbe kukuruza. Laneno vlakno je trebalo očistiti od ostataka drvenastih dijelova lomljenjem „trlicom“ i isčešljanjem na finom češlju. Tek nakon toga moglo se prestići vretenom (sl.1b) ili kolovratom (sl.1c). Odmah, nakon pređenja, pređa sa vretena premotala se u vitice napravom zvanom „rašek“.



Slika 1: a) „Stupanje“ lana na stupi, b) Ručno pređenje lana preslicom i vretenom i c) Pređenje grublje pređe kolovratom

Lanena pređa često se koristila sirova, rijetko se bijelila tradicijskom tehnikom, a gotovo nikad bojila. Pripremljena pređa premotala se u pogodan oblik: na malu cijevku za potku u čunak i na veće cijevke s kojih se snovala osnova. Osnova je namatana na valjak na vodoravnom, masivnom ručnom tkalačkom stanu (sl.2), uvedena u ničanice i brdo, te nakon napinjanja moglo se tkati. Analiza ručno tkanih predmeta pokazuje da se lanena pređa upotrebljavala kao osnova i kao potka, a u novije vrijeme za osnovu češće se koristio pamučni konac.



Slika 2: Horizontalni ručni tkalački stan

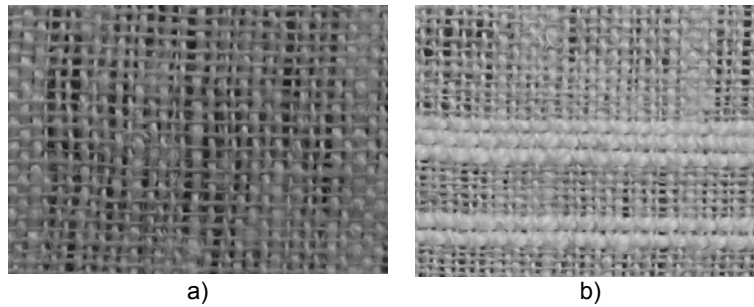
2.2 Tehnike tradicijskog ručnog tkanja

Sve izrađeno na ručnom tkalačkom stanu sa dvjema ničanicama (tkano u platnenom vezu) može se svrstati u dvije temeljne grupe:

- obično „prsto“ platno bez utkanog uzorka
- platno s utkanim uzorcima

Obično, „prsto“ platno bez utkanog uzorka dobiva se gustim tkanjem na ručnom tkalačkom stanu sa lanenom ili pamučnom osnovom i jednobojsnom potkom (lan ili konoplja) po cijeloj širini unesenoj čunakom [4]. No i ovdje se može primijetiti da se ipak ponekad pribjegavalo ostvarivanju različitih efekata poznavajući temeljne zakonitosti ručnog tkanja:

- rjeđe platno, „redina“, tkana je finom lanenom pređom u osnovi i potki (još je nazivaju „jedno po drugom), od nje su izrađivane „peče“ - ženske marame.
- „križanina“ je slično kao „redina“, ali sa pravilnim rasporedom po osnovi i potki ubačene su deblje pamučne ili bijeljene lanene niti, čime se dobio efekt karirane tkanine.
- gusto platno otkano debelim lanenim nitima u osnovi i potki bez ikakvog uzorka za prostirače
- novijeg datuma su „miješana platna“ dobivena ručnim tkanjem bez uzorkovanja upotrebljavajući za osnovu tanki pamučni konac, a za potku lan ili neki industrijski konac.



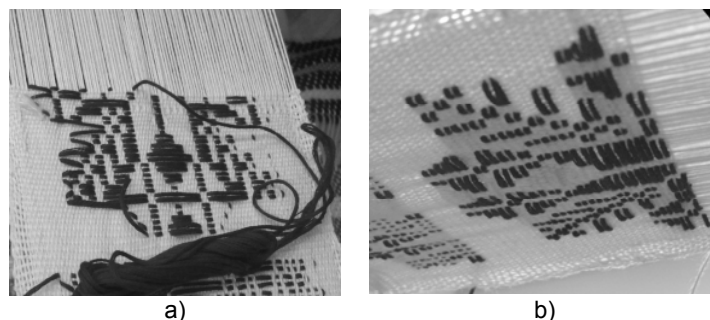
Slika 3: a) Obično – „Prosto“ laneno platno, b) „Križanina“, detalj lanenog platna sa debljim, bijelim pamučnim nitima u pravilnom rasporedu u potki

Uzorci platna s utkanim nitima potke mogu se podijeliti prema tehnikama tkanja na ručnom tkalačkom stanu:

- „naopačni prebor“
- „u zev“
- „vutlek“ („vutljak“)

2.2.1 Tehnika tkanja „naopačni prebor“

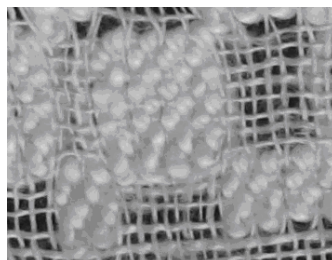
Iz imena „prebor“ naslućuje se tehnika tkanja. Nakon utkane temeljne lanene potke (u platnenom vezu) po cijeloj širini, prebiranjem, odnosno brojenjem niti osnove prema unaprijed pripremljenoj skici ili u glavi zamišljenom motivu određuje se raspored na licu tkanja vidljive uzorkujuće potke, te se u rukom stvoren zijev (prstima ili nekim pomagalom) uvlačilo više paralelnih „pisanih“ (bojenih ili bijelih) niti lana, pamuka ili svile samo na dijelu širine tkanja – samo na mjestu ukrasnog motiva (sl.4a). Nakon uzorkujuće potke, ubacuje se slijedeća temeljna potka u platnenom vezu (po cijeloj širini) i brdom se pritka. Cijeli postupak se odvija tako da je s gornje strane za vrijeme tkanja naličje uzorka, te odatle naziv „naopačni prebor“ [5], lice je s donje strane, te je tkalja povremeno upotrijebila ogledalce da bi vidjela pravi izgled, lice otkanog (sl.4b).



Slika 4: a) Unos uzorkujuće potke, naličje gore b) Izgled lica s donje strane u tijekom tkanja

2.2.2 Tehnika tkanja „u zev“

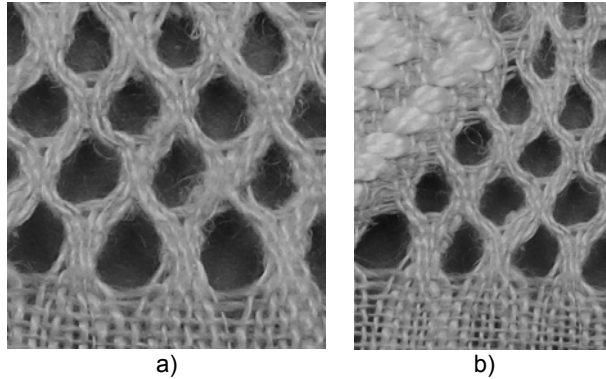
„U zev“ je tehnika tkanja (posebna vrsta „prebora“), gdje se ukras, prethodno osmišljen motiv, ostvaruje tako da se u isti zijev sa temeljnom potkom (koja ide po cijeloj širini) unese uzorkujuća potka (ili više potki) na planiranim dijelovima tkanog predmeta. Ukras se tvori pritkivajući temeljne potke i već spomenute uzorkujuće [6] (sl.5).



Slika 5: Uzorak otkan tehnikom „u zev“

2.2.3 Tehnika tkanja „vutlek (vutljak)“

Tehnika tkanja kojoj se zamišljen motiv dobije stvaranjem rupica (šupljina ili „vutla“). Rupice se na određenim mjestima dobiju tako da se određeni broj niti osnove zasebnim potkama stegnu i pritkaju tvoreći stupiće i uzdužne otvore[6] (sl.5a). Svaki stupić ima isti broj niti potke, a nakon tog prvog reda šupljina kombinira se slijedeći red na isti način, samo se tada uzima po pola niti osnove iz svakog susjednog stupića. Vrlo često se izrada rupica kombinira s rjeđim glatkim tkanjem ali i sa preborom (sl.5b). Ova tehnika je vrlo spora i zahtjevna, (nezanimljiva nestrpljivima) tako da je vrlo malo živih tkalja koje znaju to raditi.



Slika 6: a) Uzorak otkan tehnikom „vutljak“, b) Izgled uzorka otkan kombiniranjem tehnika „prebor“ i „vutljak“

3. Zaključak

Ručno tkanje je zasigurno umjetnost i nalazi se među najstarijim djelatnostima čovječanstva. Tkanjem se oduvijek nastoji dobiti uporabni predmet koji zadovoljava potrebe, ali i sam proces tkanja ostvaruje dodatnu zadaću - čini radosnom i zadovoljnom osobu koja tka. Tkati ne može osoba koja to ne voli. U otkanom djeliću, nakon svake potke, svakog ukrasa, uz svaki rub tkanja osjeća se želja za boljim, ljepšim, izazovnijim. Ne postoje gotovo identični uzorci, konačno, ni nit lana nije jednakomjerna, ali su prepoznatljivi stilovi pojedinih tkalja sa određenog geografskog područja. Pažljiva analiza osobe koja poznaje dušu ručnog tkanja („od čega i sa čim“) može iznjedrati zaključke kojih se dobro držati zbog potrebe čuvanja istine.

Raznovrsnost je poželjna, ali je nužno sačuvati originalnost. Različiti materijali, tkanine dobivene različitim tehnikama ručnog tkanja i obogaćene ručnim vezenjem ponekad mogu odvesti na krivi put, u neku sredinu usaditi nešto što tamo ne pripada. Svaki pokušaj izrade novog prema starom uzorku, treba iskazati upečatljivu originalnost, u svijetu prepoznatljivu i bogatu etno baštinu Moslavine i Republike Hrvatske.

Literatura

- [1] Kovačević, S.: *Ručno tkanje*, stručna knjiga, Centar za kreativne alternative & Prometej, ISBN: 953-6460-37-8, Zagreb, (2003)
- [2] Knezić, Ž.: Ručno tkanje – umijeće koje nestaje, stručni časopis *Nit*, Vol 1 (1994) 1, 15–17
- [3] Jurić, M.: *Uzgoj lana*, Nakladni zavod Hrvatske redakcija ministarstva industrije i rudarstva NRH odjel za stručno školstvo, Zagreb, 1947
- [4] Somek-Machala, B.: Tekstilne tehnike na tkalačkom stanu u Moslavini, odnosno kutinskom kraju, *Zbornik Čazma u prošlosti danas Čazma*, (1979)
- [5] Moslavac, S.: Tekstilno rukotvorstvo Moslavine, *Zbornik Moslavine II*, 1991.-1992., Kutina, (1993)
- [6] Eckhel, N.: Uzgoj i obrada tekstilnih sirovina i proizvodnja tekstila, Čarolija niti, Katalog izložbe, Muzejski prostor Zagreb, (1988)

VOJSTVA I KARAKTERISTIKE NETKANOG TEKSTILA U INDUSTRIJI NAMJEŠTAJA

PROPERTIES AND CHARACTERISTICS OF NONWOVEN TEXTILE FOR FURNITURE INDUSTRY

Dragana KOPITAR; Zenun SKENDERI; Anđelko ŠVALJEK & Valerija BARTOLIĆ

Sažetak: Netkani tekstil prepoznaje se u različitim proizvodima, primjerice u dječjim pelenama, zaštitnoj odjeći, zaštitnim maskama, vrećicama za čaj, zračnim jastucima automobila, punilima madraca, toplinskoj izolaciji i sl.. Netkani tekstil je karakterističan proizvod određenih svojstava, gdje se njegova svojstva projektiraju s obzirom na namjenu. Njegova primjena u industriji namještaja nije široka, međutim netkani tekstil je bitan faktor i nezaobilazni dio proizvoda industrije namještaja. Odnos cijene i kvalitete jedan je od razloga zašto se koristi upravo netkani tekstil. Najzastupljeniji oblici proizvoda od netkanog tekstila u industriji namještaja su filčevi i vate. Za ovo istraživanje proizvođač „Regeneracija“ iz Zaboka izradila je uzorke vate različitih površinskih masa od poliesterskih vlakana, mehaničkim postupkom izrade runa koji je učvršćen termičkim postupkom korištenjem vrućeg zraka. Nazivne površinske mase uzoraka kreću se od 100 g/m² do 400 g/m². Na uzorcima su provedena ispitivanja površinske mase, debljine, prekidne sile i istežanja, otpornosti prema prskanju i otpora prolazu topline.

Abstract: Nonwovens can be recognized in various products, such as baby diapers, protective clothing, protective masks, tea bags, car airbags, mattress fillers, thermal and acoustical isolations etc. Nonwoven textile is characteristic product with certain properties which are constructed by purpose. Its application in furniture industry is not wide, but it is an important factor and essential part of the furniture products. Price-quality ratio is one of the most important reasons why nonwoven textile is used. The most common forms of nonwoven products used in furniture industry are felt and waddings. For this investigation, a manufacturer „Regeneracija“ from Zabok made samples of polyester waddings with different mass per unit area by mechanical process of producing web and bonded with thermal process using hot air. Mass per unit area of samples ranged from 100 g/m² to 400 g/m². The important parameters of this samples, such as mass per unit area, thickness, breaking force and elongation, bursting force and thermal resistance was tested.

Cljučne riječi: netkani tekstil, poliester, otpornost prema prskanju, otpor prolazu topline

Keywords: nonwoven textile, polyester, bursting resistance, heat resistance.

1. Uvod

Prepoznatljiva industrija netkanog tekstila u Europi datira od sredine šezdesetih godina prošlog stoljeća. Od tada se proizvodnja netkanog tekstila ubrzano širi i ulazi u mnoge aspekte, kako različiti industrija tako i svakodnevnog života. Netkani tekstil prepoznamo u različitim proizvodima, primjerice u dječjim pelenama, zaštitnoj odjeći, zaštitnim maskama, vrećicama za čaj, zračnim jastucima automobila, punilima madraca, toplinskoj izolaciji i sl.. Netkani tekstil je karakterističan proizvod određenih svojstava, gdje se njegova svojstva projektiraju s obzirom na namjenu. Izrada netkanog tekstila može se podijeliti u četiri faze koje se mogu biti kontinuirane ili diskontinuirane priprema vlakana; izrada runa, učvršćenje runa i završna obrada. Odabir vlakana za proizvodnju netkanog tekstila ovisi o zahtjevima kupaca, željenim karakteristikama završnog proizvoda, te o cijeni vlakana radi ekonomske isplativosti proizvoda. Za proizvodnju netkanog tekstila se mogu upotrijebiti sva prirodna i umjetna vlakna. Najzastupljenija vlakna u proizvodnji netkanog tekstila su polipropilenska, poliesterska i viskozna vlakna.

1.1 Netkani tekstil u industriji namještaja

Netkani tekstil ima široku primjenu i bitan je faktor i nezaobilazni dio proizvoda industrije namještaja. Odnos cijene i kvalitete jedan je od bitnih razloga zašto se koristi upravo netkani tekstil. Najzastupljeniji oblici proizvoda od netkanog tekstila u industriji namještaja su filčevi i vate.

Filčevi se općenito proizvode od umjetnih vlakana, regularnih ili regeneriranih, postupkom mehaničkog i kemijskog učvršćenja. Filčevi se koriste kao materijali koji se u proizvodnji madraca i tapeciranog namještaja ugrađuju u proizvode. Ugrađuju se radi oblaganja jezgra madraca, kreveta i tapeciranog namještaja, te ispod

navedenih jezgri za zvučnu izolaciju. Radi visoke čvrstoće filc se koristi i kao zaštitni sloj između dekorativno pokrivnog materijala i drvenih ili metalnih dijelova proizvoda.

Vate za industriju namještaja izrađuju se od umjetnih vlakana, regularnih ili regeneriranih, a najčešće poliesterskih i polipropilenskih vlakana, sa dodatkom taljivih vlakana (nižeg tališta) koja služe kao vezivna komponenta proizvoda. Također se mogu proizvoditi od pamučnih i vunениh vlakana ili njihove mješavine sa umjetnim vlaknima. Budući da je cijena pamučnih i vunениh vlakana znatno viša od umjetnih, njihova je upotreba u industriji namještaja rjeđa. Vate se pored ostalog koriste i kao punila za navlake madraca i tapeciranog namještaja, a u proizvodnji postelnog rublja kao punila prekrivača i nadložaka. Učvršćenje netkanog tekstila za industriju namještaja može biti procesom iglanja ili termičkog fiksiranja vrućim zrakom.

Naknadne obrade ovise o zahtjevima kupca, tržištu i konkurenciji, a najčešće se proizvodi dodatno termički i/ili kemijski obrađuju. Termička obrada odnosi se na obradu vrućim zrakom, zaglađivanje površine runa i kalandiranje, a kemijska na nanošenje vodoodbojnih, uljeodbojnih i antibakterijskih preparacija te obrade protiv gorenja. Ovisno o potrebama kupca gotov proizvod pakira se u bale, drvene ili čelične palete.

Tablica 1: Sastavni dijelovi madraca sa oprugama i nadmadraca

Madrac sa oprugama	Nadmadrac
Dekorativna tkanina	Jezgra :
Poliesterska vata površinske mase 200 g/m ²	LATEX JEZGRA
Poliuretanska pjena	Poliesterska vata površinske mase 400 g/m ²
Flis površinske mase 14 g/m ²	Presvlaka:
Poliuretanska pjena	Mješavina pamučno i poliestersko vlakno
Tvrđi filc površinske mase 700 g/m ²	
Bonnell opruga	
Tvrđi filc površinske mase 700 g/m ²	
Poliuretanska pjena	
Flis površinske mase 14 g/m ²	
Poliuretanska pjena	
Poliesterska vata površinske mase 200 g/m ²	
Visina madraca: 22 cm	Visina nadmadraca: 7 cm

U tablici 1 su dani sastavni dijelovi madraca sa oprugama i nadmadraca koji su prikazani na slici 1 a) i b).



Slika 1: Proizvodi u industriji namještaja sa dijelovima netkanog tekstila, a) madrac sa oprugama i b) nadmadrac

2. Eksperimentalni dio

Za ovo istraživanje tt. „Regeneracija“ iz Zaboka izradila je uzorke vate različitih površinskih masa od poliesterskih vlakana mehaničkim postupkom dobivanja runa, učvršćenog termičkim postupkom korištenjem vrućeg zraka. Nazivne površinske mase uzoraka kreću se od 100 g/m² do 400 g/m².

Na uzorcima su provedena ispitivanja površinske mase, debljine, prekidne sile i istezanja, otpornosti prema prskanju i otpora prolazu topline.

Određivanje površinske mase proizvoda izvršilo se prema normi HRN EN ISO 9073-1:1989, dok se debljina netkanog tekstila ispitala prema normi HRN EN ISO 9073-2:1995 pomoću debljinomjera. Otpornost plošnog proizvoda prema prskanju definira se kao najveći pritisak, odnosno najveća sila, pri kojoj dolazi do prskanja

epruvete. Pri ovom postupku mjeri se sila potrebna za probijanje kružnog uzoraka promjera 50 mm primjenom fine polirane čelične kuglice. Ispitivanje se izvršilo prema normi HRN F.S2.022 na dinamometru „Apparechi Branca“ sa specijalnim uređajem za napinjanje epruvete. Prekidna sila i istezanje netkanog proizvoda ispitana je prema normi ISO 9073-3:1992 na dinamometru TEXT TECHNO STATIMAT M. Otpor prolazu topline određeno je na mjernom uređaju „Sweating Guarded Hot Plate“ proizvođača MTNW, SAD prema normi ISO 11092. Otpor prolazu topline definira se razlikom temperatura između lica i naličja ispitivanog materijala, dijeljeno sa rezultantom toplinskog toka po jedinici površine u smjeru gradijenta. Uvjeti ispitivanja su temperatura od 20 °C, relativna vlažnost od 65 % i brzina strujanja zraka od 1 m/s.

3. Rezultati i rasprava

Rezultati ispitivanja svojstva uzoraka sa primjenom u industriji namještaja dani su u tablici 2.

Iz rezultata je vidljivo da porastom površinske mase po jedinici površine raste i debljina svih uzoraka. Porastom površinske mase raste i prekidna sila u oba smjera proizvodnje (MD; smjer proizvodnje i CD; suprotan smjer proizvodnje). U poprečnom smjeru proizvodnje (CD) svi uzorci imaju veću prekidnu silu, što je posljedica procesa proizvodnje. Pri mehaničkom procesu formiranja runa vlakna se paraleliziraju, izravnavaju i usmjeravaju, a prilikom polaganja runa na polagaču usmjerenost većine vlakana je u suprotnom smjeru od smjera proizvodnje. Orijentacija vlakana u netkanom tekstilu utječe na njegova prekidna svojstva. Porastom površinske mase prekidno istezanje u smjeru proizvodnje (MD smjer) pada, dok u poprečnom smjeru proizvodnje (CD smjer) prekidno istezanje raste. Vrijednosti prekidnog istezanja veća su u smjeru proizvodnje (MD smjer). Čvrstoća uzoraka raste porastom površinske mase, a u poprečnom smjeru proizvodnje (CD) je veća za sve uzorke.

Jednak trend je vidljiv i za rad prekida, odnosno porastom površinske mase rad prekida raste gotovo za sve uzorke u oba smjera. Odstupanje od navedenog je vidljivo za uzorak C (površinska masa 325 g/m²) koji ima rad prekida manji od uzorka B manje površinske mase (226 g/m²). Kod uzorka B je također vidljivo da je rad prekida veći u smjeru proizvodnje (MD smjer) što nije slučaj za sve ostale uzorke gdje je rad prekida veći u poprečnom smjeru proizvodnje. Do navedenog je vjerojatno došlo radi greške u proizvodnom procesu.

Tablica 2: Rezultati ispitivanja svojstava netkanog tekstila

Svojstvo		Uzorak				
		A	B	C	D	
Površinska masa, g/m ²		97	226	325	413	
Debljina, mm		1,60	3,84	6,49	8,70	
Prekidna svojstva	MD	<i>F</i> , N	1,81	10,79	13,14	22,25
		<i>I</i> , %	46,45	41,81	36,38	34,49
		\check{C} , cN/mm	0,91	5,40	6,72	11,13
		<i>R</i> , cNcm	1078,55	5816,43	5585,18	9692,21
	CD	<i>F</i> , N	5,61	17,22	29,00	49,88
		<i>I</i> , %	24,44	25,29	29,65	30,63
		\check{C} , cN/mm	2,80	8,61	14,50	24,94
		<i>R</i> , cNcm	1848,49	5201,79	10347,18	18165,18
Otpornost prema prskanju	<i>F</i> , N	-	107,6	136,6	280,6	
	<i>l</i> , mm	-	30,8	36,8	39,4	
R_{ct} , m ² K W ⁻¹		0,079	0,093	0,189	0,222	

gdje je: *F* – prekidna sila, N; *I* – prekidno istezanje, %; \check{C} – čvrstoća, cN/cm; *R* – rad prekida, (cN cm); R_{ct} – otpor prolaza topline, m² K W⁻¹

Otpornost plošnog proizvoda prema prskanju, kao i istezanje pri maksimalnoj sili prskanja raste porastom površinske mase uzoraka. Uzorak A najmanje površinske mase nije ispitan, budući da je njegova sila prskanja bila toliko mala da je aparat nije mogao registrirati.

Otpor prolaza topline raste porastom površinske mase, što je u skladu sa teorijom [6]. Veća površinska masa ima više položenih slojeva runa čime je i otpor prolaza topline veći. Vidljiva je velika razlika u otporu prolaza topline između uzorka B, površinske mase od 226 g/m², i uzorka C površinske mase od 325 g/m². Iako su razlike površinskih masa između svi ispitanih uzoraka približno jednake, između uzoraka B i C, površinskih masa od 226 g/m² i 325 g/m² vidljiva je znatno veća razlika u vrijednostima otpora prolaza topline. Između uzoraka B i C vidljivo je najveće povećanje debljine, gdje je broj položenih slojeva runa povećalo voluminoznosti netkanog tekstila, a time i znatno povećalo otpor prolaza topline.

4. Zaključak

Na temelju ispitanih parametara i dobivenih rezultata može se zaključiti:

- Porastom površinske mase po jedinici površine raste i debljina svih ispitanih uzoraka.
- Porastom površinske mase prekidna sila u oba smjera proizvodnje raste, gdje u CD smjeru svi uzorci imaju veću prekidnu silu.
- Porastom površinske mase prekidno istezanje u smjeru proizvodnje pada, dok u poprečnom smjeru proizvodnje prekidno istezanje raste. Vrijednosti prekidnog istezanja veća su u smjeru proizvodnje.
- Čvrstoća uzoraka raste porastom površinske mase; u CD smjeru je veća za sve uzorke.
- Porastom površinske mase rad prekida raste gotovo za sve uzorke u oba proizvodna smjera; rad prekida je uglavnom veći u poprečnom smjeru proizvodnje.
- Otpornost plošnog proizvoda prema prskanju i istezanje pri maksimalnoj sili prskanja raste porastom površinske mase uzoraka.
- Porastom površinske mase raste debljina i voluminoznost netkanog tekstila čime raste otpor prolaza topline.
- Broj položenih slojeva runa povećava voluminoznosti netkanog tekstila čime se povećava i otpor prolaza topline.

Literatura

- [1] Russell, S. J.: *Handbook of nonwovens*, Woodhead publishing in textiles, ISBN 978-1-85573-603-0, USA, (2007)
- [2] Albrecht, W.; Fuchs, H.; Kittelmann, W.: *Nonwoven fabrics*, ISBN 3-527-30406-1, Weinheim (2003)
- [3] Čunko, R.; Andrassy, M.: *Vlakna*, Zrinski d.d., UDK-953-155-089-1, Čakovec (2005)
- [4] Čunko, R.: *Ispitivanje tekstila*, ISBN 86-329-0180-X, Zagreb (1995)
- [5] Kisilak, D. i sur.: Značajni utjecaji na funkcionalna svojstva gotovog netkanog proizvoda, *Tekstil*, Vol 56 (2007) 166-173, ISSN 0492-5882
- [6] Salopek Ćubrić, I.; Skenderi, Z.: Approach to the prediction of thermophysiological comfort, *DAAAM International Scientific Book*, Katalinić, Branko (ur.), 81-88, ISBN 3-901509-58-5, Beč, 2010, DAAAM International Vienna, (2010)

Zahvala

Rad je dio istraživanja sa znanstveno-istraživačkog projekta Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH: „Višefunkcionalni tehnički netkani i pleteni tekstil, kompoziti i pređe“, šifra: 117-000000-2984.

OSNOVINA TEHNIČKA PLETIVA

TECHNICAL WARP KNITTED FABRICS

Katarina KRSTOVIĆ; Maja MILENKOVIĆ & Zlatko VRLJIČAK

Sažetak: Navedene su osnovne značajke izrade tehničkih pletiva na osnovoprepletaćim strojevima. Ovakva se pletiva izrađuju s više grupa niti. Jedna grupa niti oblikovanjem očica povezuje u jednu cjelinu sve ostale niti koje se polažu na igle. Očice se najčešće oblikuju u lančić ili triko prepletu. Njihove se niti snuju na osnovna vratila. Ostale niti najčešće koso polažu potku u suprotnom smjeru pod kutom 45°. Najznačajniji svjetski proizvođači ovakvih strojeva su njemačke tvornice Karl Mayer i Liba. Navedene su konstrukcijske značajke tehničkog pletiva koje se koristi za izradu propelera elektro vjetrenjača. Pletiva se izrađuju staklenim filamentnim pređama finoće 600 tex koje se polažu kao potke suprotnog lijeganja i povezane su PES filamentnom teksturiranom pređom finoće 76 dtex f 24 s lančić prepletom. Plošna masa ovakvog pletiva iznosi oko 810 g/m². U jednom danu stroj izradi oko 5 t takvog tehničkog pletiva.

Abstract: Basic characteristics of making technical knitted fabrics on warp knitting machines are described. Such fabrics are made with several groups of threads. By stitch formation one thread group connects all other threads being laid on needles into one unit. The stitches are mostly formed in plain chain stitch or in tricot construction. Their threads are warped on warp beams. The other threads lay the weft in the opposite direction at an angle of 45°. The most prominent world manufacturers of these machines are German companies Karl Mayer and Liba. The construction properties of technical warp knitted fabrics used for making rotor blades of electric wind turbines are presented. Knitted fabrics are made of glass filament yarns with a count of 600 tex which are laid as wefts with opposite lapping and are connected with textured PES filament yarns with a count of 76 dtex f 24 in plain chain construction. Mass per unit area of this kind of knitted fabric is about 810 g/m². The machine knits about 5 t of this technical knitted fabric per day.

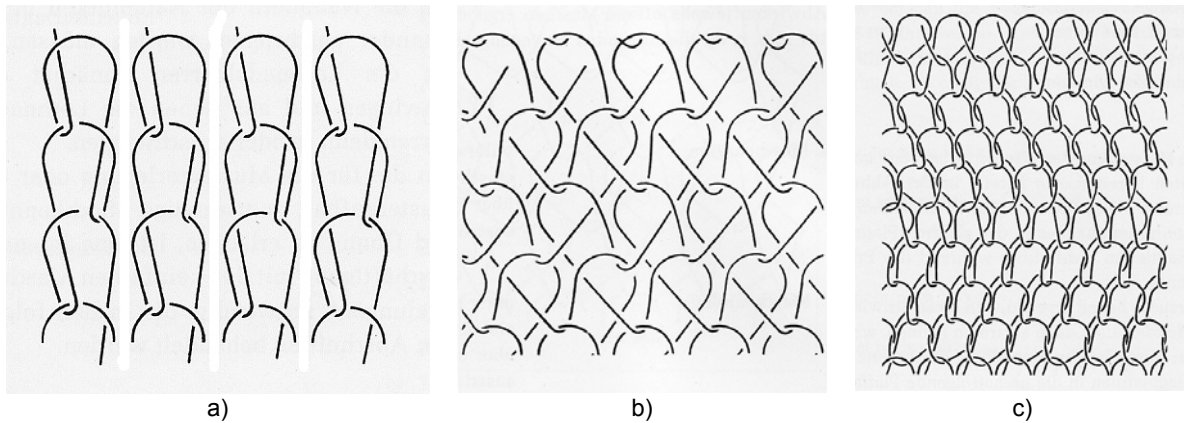
Cljučne riječi: tekstil, prepletenje, osnova, stroj, tehničko pletivo, vjetrenjača, propeler, struja

Keywords: textile, warp knitting, warp, machine, technical knitted fabric, wind turbine, blade, current

1. Uvod

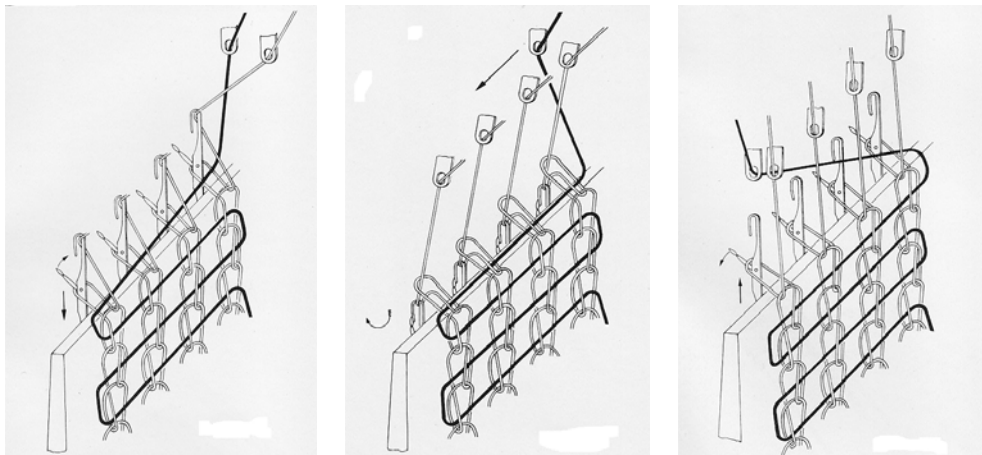
Osnovoprepletaći strojevi izrađuju pletiva često samo s nitima osnove. Ovisno o namjeni, izrađuje se pletivo određene konstrukcije kojom je definirana struktura pletiva, a time i svojstva pletiva. Već prema namjeni proizvoda, izabere se sirovinski sastav osnova s kojima se pleće i konstrukcija stroja na kojem će se izrađivati proizvod. Postoje jednoiglenični i dvoiglenični osnovoprepletaći strojevi. Na jednoigleničnim se strojevima izrađuju desno-lijeva osnovina pletiva, dok se na dvoigleničnim izrađuju desno-desna ili cjevasta pletiva, a ponekad svaka iglenica zasebno izrađuje pletivo pa se na ovakvim strojevima izrađuju i desno-lijeva osnovina pletiva. Ovisno o namjeni proizvoda, za izradu različitih tehničkih osnovina pletiva koriste se grublje finoće strojeva, najčešće E 3 do E 14. Na grubljim strojevima pleće se i s grubljim nitima osnove pa su izrađene strukture pletiva znatno masivnije. Pri izradi pletiva za fino žensko rublje plošna masa osnovina pletiva iznosi 80 do 120 g/m², za izradu klasične odjeće 120 do 240 g/m² te za izradu zimske odjeće 240 do 340 g/m². Međutim, mnoga tehnička pletiva su znatno masivnija i imaju plošnu masu 300 do 1000 g/m². U načelu, osnovina pletiva za izradu rublja su znatno rastezljiva, pletiva za izradu gornje odjeće znatno manje, a rastezna svojstva tehničkih pletiva ovise o namjenama. Osnovina pletiva koja se koriste kao tzv. mobiltekstil, tj. tekstilije za izradu prometala poput automobila, kamiona, autobusa, vlakova, brodova, aviona i sl., najčešće su čvršća pletiva koja imaju prekidnu rastezljivost manju od 5% u bilo kojem smjeru opterećenja [1-3].

Za izradu najrazličitijih tehničkih pletiva koristi se sedam temeljnih prepleta: lančić, triko, sukno, saten, samt, atlas i keper (sl. 1). Ovi se prepleti mogu koristiti u različitim kombinacijama. Veoma se rijetko osnovina pletiva izrađuju u jednom prepletu. Često se izrađuju u dva prepleta na način da jedna grupa niti osnove pleće u jednom prepletu, a druga grupa niti osnove u drugom prepletu. Pod jednom grupom niti osnove smatraju se niti koje su nasnovane na jedno osnovsko vratilo i dovode se jednom polagalu. Prema tome, kad se izrađuje osnovina pletivo u dva prepleta, tada su na stroju dvije grupe niti osnove koje su nasnovane na dva osnovska vratila. Sa svakog osnovskog vratila niti osnove se odmataju brzinom prikladnom za oblikovanje određenog prepleta.



Slika 1: Značajniji temeljni osnovini prepleti: a) lančić, b) triko i c) atlas

Kod izrade rupičastih ili mrežastih pletiva, jedna grupa niti osnove oblikuje očice u različitim prepletima. Usklađenim radom obje grupe niti osnove dobije se rupica u pletivu koja je okomita na površinu pletiva. Takvi mrežasti oblici pletiva koriste se kod izrade različitih sjedala u prometlima, ili izradu osobne vojničke, vatrogasne, planinarske, sportske i druge opreme. Međutim, mnoga tehnička pletiva se izrađuju po načelu da jedna grupa niti osnove oblikuje očice, a druga grupa niti osnove djelomično polaže potku ili osnovu. Ovo je načelo razvijeno u različitim kombinacijama. Kod izrade jednostavnih tehničkih pletiva potka se dovodi s namotnica i polaže preko cijele radne širine stroja, dok se drugom grupom niti osnove oblikuju lančić očice kojima se povezuju potke (sl. 2). Ovakva struktura po svojstvima se gotovo ne razlikuje od tkanina [2-4].

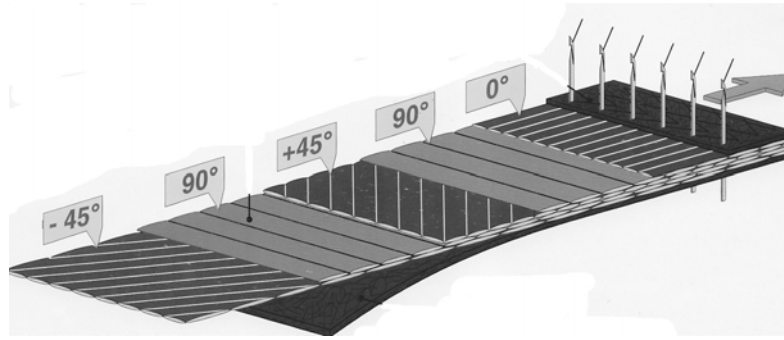


Slika 2: Osnovno načelo pri izradi tehničkog pletiva; povezivanje potke lančićem

2. Mogućnosti polaganja potke i osnove

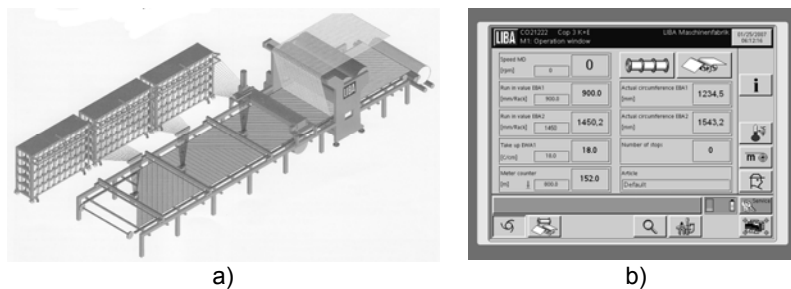
Tehnička osnovina pletiva češće se izrađuju na jednoigleničnim nego na dvoigleničnim strojevima. U posljednje vrijeme često se izrađuju pletiva za plovila, kajake, daske za jedrenje, skije, daske za skijanje, daske za jedrenje, dijelove automobila, vjetrenjače i dr. Za pojedinu namjenu potrebna je određena struktura pletiva. Ovakva osnovina pletiva najčešće se izrađuju s više sustava niti osnove kao što je: potpuna osnova, potpuna potka, potka pod jednim kutom polaganja, potka pod suprotnim kutom polaganja i dr. (sl. 3). Sve potke najčešće povezuje lančić preplet. Ovisno o složenosti uzorka i broja potki te namjene pletiva, povezivanje svih potki i osnova može obavljati i triko preplet ili u kombinaciji triko i lančić [5,6].

Niti koje potpuno polažu osnovu uvijek se polažu uzdužno. Međutim, grupe niti koje polažu potku mogu biti položene pod različitim kutovima. Klasično polaganje potke uvijek je okomito na osnovu i rub pletiva. Potka se može polagati u jednom smjeru pod kutom 20 ili 45°, ili pak suprotnim kutom. Mogući su i drugi kutovi polaganja. Kut polaganja potke u prvom redu ovisi o namjeni proizvoda, tj. njegovu planiranom smjeru i iznosu vlačnog opterećenja. Kod višebrojnog polaganja potke i/ili osnove potrebno je uskladiti gustoću niti potke i osnove s prepletom i gustoćom očica kojima se povezuju potke i osnove.



Slika 3: Izrada tehničkog osnovina pletiva po načelu višesmjernog polaganja potke i osnove

Najznačajniji svjetski proizvođači osnovoprepletačkih strojeva su njemačke tvornice Karl Mayer i Liba. Oni nude različite konstrukcije strojeva za izradu osnovinih tehničkih pletiva. Strojevi su znatno drugačije konstrukcije od klasičnih osnovoprepletačkih strojeva [5,6]. Zajedničko svim takvim strojevima je da imaju poseban stalak s transporterom za polaganje potke, (sl. 4a). Niti koje će oblikovati očice nasnovane su na osnovsko vratilo i popuštaju se pomoću EBA uređaja. Uređaj je upravljani računalom. Na stroju su postavljeni senzori koji mjere brzinu dovođenja niti osnove pletaćim iglama i vlačnu silu osnove po jednoj igli. Svi se mjereni rezultati kontinuirano svake sekunde prikazuju na ekranu stroja (sl. 4b). Niti koje će potpuno polagati osnovu također su nasnovane na osnovsko vratilo i upravljane su EBA uređajem. Njihov se utrošak također analizira i kontinuirano prikazuje na ekranu računala. Niti koje liježu potku nisu nasnovane na osnovsko vratilo već se nalaze na namotnicama. Sa strane stroja, a po njegovoj duljini, nalazi se stalak na kojem se nalaze namotnice s nitima koje će polagati potku. Na osnovino vratilo najviše se može nasnovati 48 km jedne osnove. Masa križne namotnice iznosi 3 do 5 kg. S jedne namotnice odmata se jedna nit za polaganje potke. Postoje različiti uređaji za polaganje potke. Najviše je u upotrebi uređaj koji ima širinu hvatala 200 mm i istovremeno polaže do 96 potki pod određenim kutom. Povlačenje pletiva se obavlja s tri valjka i upravljano je EWA uređajem sa servo motorom. Jedan je valjak tarni, jedan potisni i jedan regulacijski. Najveći promjer namatanja pletiva iznosi do 1200 mm.



Slika 4: a) Stroj Copcentra MAX 3 CNC za izradu tehničkog osnovina pletiva i b) ekran na kojem se prate proizvodni učinci stroja

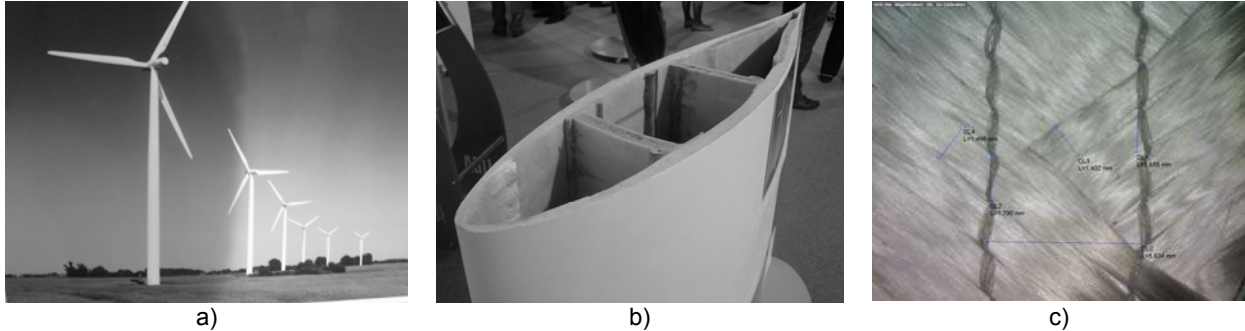
U tab. 1 navedene su glavne značajke strojeva za izradu tehničkih pletiva na Libinim osnovoprepletačim strojevima. Strojevi finoće E5 izrađuju masivnija tehnička osnovina pletiva, a strojevi finoće E 14 znatno finija, a time i laganija pletiva. Strojevi su namijenjeni izradi pletiva koja se gotovo ne skupljaju po širini pa širina pletiva ovisi o radnoj širini stroja. Radne širine strojeva iznose 1270 do 3800 mm, na kojima se izrađuju pletiva isto tolike širine te zadovoljavaju mnoga područja primjene. U većini slučajeva pletiva se režu po širini ili se na njih stavlja krojna slika po kojoj se vrši iskrojavanje dijelova.

Tablica 1: Karakteristike stroja LIBA Copcentra MAX 4 CNC

Finoća stroja, E		5, 14
Radna širina stroja	mm	1270, 2565, 3300, 3800
	e"	50, 101, 130, 152
Brzina stroja, 1/min		2200
Energetska potrošnja, kWh/kg		0,058
Proizvodni učinak stroja,	m/h	265
	kg/h	270

3. Konstrukcijske značajke tehničkog pletiva za izradu propelera vjetrenjača

Za izradu propelera elektro vjetrenjača koriste se osnovina pletiva koja se izrađuju na jednoigleničnim osnovoprepletačim strojevima. Stroj Copcentra MAX 4 CNC, tvornice Liba, ima radnu širinu 127 cm, (50e“) i izrađuje desno-lijevo osnovino pletivo s dvije potke koje se polažu u suprotnom smjeru pod kutom 45⁰. Potke su izrađene staklenim filamentnim glatkim pređama finoće 600 tex, prekidne sile 100 N i prekidne rastezljivosti 2,7 %. Pređa je bez uvoja približno četvrtastog oblika širine oko 1,5 mm i debljine 0,5 mm. Dvije potke suprotnog lijevanja su povezane lančić prepletom raporta lijevanja: L1/10/01//. Osnova kojom se oblikuje lančić i povezuju potke je PES filamentna teksturirana pređa finoće 76 dtex f 24, prekidne sile 3,3 N i prekidne rastezljivosti 19,3%.



Slika 6: a) Elektro vjetrenjače čiji su propeleri izrađeni od tehničkog pletiva, b) presjek krila vjetrenjače s naslojenim osnovinim pletivima i c) struktura osnovina pletiva izrađena s dvije potke suprotnog lijevanja pod kutom 45⁰

Ovakvo pletivo se izrađuje na stroju finoće E5, pri čemu je razmak između lančić nizova oko 5 mm, a visina lančić očiće oko 1,75 mm. Zbog dijagonalnog polaganja potke i nemogućnosti ravnog oblikovanja ruba pletiva, sa svake se strane rubovi režu oko 1 cm pa je širina izrađenog pletiva 125 cm. Plošna masa takvog pletiva iznosi oko 810 g/m². Stroj izradi oko 265 m/h pletiva, ili 330 m²/h, odnosno 270 kg/h. Zbog grube pređe i dvoslojnog polaganja potke, a time i velike plošne mase, stroj dnevno potroši više od 5 t pređa, odnosno isto toliko izradi pletiva.

4. Zaključak

U današnjem stupnju tehničkog i tehnološkog razvitka osnovoprepletači strojevi smatraju se veoma učinkovitim za izradu različitih tehničkih pletiva. Mnoga pletiva koja se izrađuju na ovakvim strojevima najviše se koriste u različitim prometlima. Naveden je primjer izrade osnovinog pletiva na jednoigleničnom osnovoprepletačem stroju tvornice Liba. Navedeno pletivo se koristi pri izradi propelera na najsuvremenijim vjetrenjačama za proizvodnju električne energije. Debljina pletiva iznosi oko 1,5 mm. Naslojavanjem i međusobnim spajanjem desetak komada ovakvih pletiva dobije se potrebna debljina za krilo propelera. Za izradu ovakvih pletiva koriste se staklena, karbonska i PES vlakna u različitim oblicima.

Literatura

- [1] Weber K.-P., *Die Maschenbindungen der Kettenwirkerei*, Karl Mayer, Obertshausen (1970)
- [2] Knecht P., *Technische Textilien*, Deutscher Fachverlag GmbH, ISBN 3-87-150-892-6, Frankfurt, (2006)
- [3] Gries T., *Elastische Textilien*, Melliand, Deutscher Fachverlag GmbH, ISBN 3-87150-852-7, Frankfurt, (2005)
- [4] Knecht P., *Funktionstextilien*, Deutscher Fachverlag GmbH, ISBN 3-87150-833-0, Frankfurt, (2003)
- [5] ..., *Copcentra MAX 3 CNCV*, tehničke informacije, tt. Liba, Naila, Njemačka, ITMA (2011)
- [6] ..., *Malitronic® BIAXIAL/MULTIAXIAL*, tehničke informacije, tt. Karl Mayer, Njemačka, ITMA (2011)

UTJECAJ GUSTOĆE I VEZOVA TKANINE NA PROPUSNOST SVJETLOSTI I ZRAKA

EFFECT OF FABRIC DENSITY AND WEAVES ON THE PERMEABILITY OF LIGHT AND AIR

Željko PENAVAL; Ana JAZVO & Stana KOVAČEVIĆ

Sažetak: Poroznost materijala važna je karakteristika tkanine. Poroznost je izravno povezana sa propusnošću fluida kroz tkaninu na što utječe debljina tkanine, oblik i veličina pora, kao i distribucija prostora između niti. Problem kod izračuna propusnosti tkanine predstavlja nejednoličnost u distribuciji pora, razmaku među nitima kao i njihov promjer, te nejednoličnost debljine tkanine. Zato je nužno potrebno propusnost tkanine određivati izravnim mjerenjem. U radu su na propusnost svjetla i zraka ispitivane tkanine različitih vezova i gustoća. Rezultati ispitivanja pokazali su visoku ovisnost gustoće i propusnosti na zrak i svjetlost, te određenu dvojbenu ovisnost veza i propusnosti, što upućuje na potrebu daljnjih istraživanja s različitim porodicama vezova.

Abstract: Porosity of the material is an important characteristic of the fabric. Porosity is directly related to the permeability of fluid through the fabric, which affects the thickness of fabric, shape and pore size and distribution of space between the threads. Problem in calculating throughput fabric is unevenness in the distribution of pores, the distance between the yarns and their diameter and thickness unevenness of fabric. Therefore it is absolutely necessary to determine the permeability of fabrics by direct measurement. In this work fabrics of different weaves and density are testing on light and air permeability. Test results showed a high dependence of the density and permeability to air and light, and a certain ambiguity dependency weaves of permeability, suggesting the need for further investigation with different weaves family.

Ključne riječi: tkanina, propusnost, svjetlost, zrak, vezovi, gustoća

Keywords: fabric, permeability, light, air, weaves, density

1. Uvod

Izrada određene tkanine zahtijeva usklađivanje niza tehničko tehnoloških parametara. Svojstva tkanine bitno ovise o sirovinskom sastavu, fizikalnim svojstvima pređe, načinu pripreme pređe, kao i načinu tkanja što ponajprije uključuje vrstu upotrijebljenog veza i gustoće tkanine po osnovi i potci. Struktura tkanine sadrži pore između vlakana u pređi, kao i pore odnosno prostor između niti osnove i niti potke. Na taj prostor utječe promjer pređe, način formiranja (preplitanja niti), broj niti po osnovi i potci na jedinicu duljine (gustoća).

Svi navedeni faktori su u funkciji poroznosti tkanine i povezani su s osobinama kao što su propusnost zraka, propusnost svijetla, vodopropusnost, sposobnost bojanja, i slično. Propusnost materijala se u pravilu očituje u nemogućnosti zadržavanja nekog medija na jednoj od površina materijala, odnosno kod tkanina u količini prolaska spomenutog medija kroz pore i međuprostor tkanine.

Propusnost ima odlučujući utjecaj kod korištenja tkanina za neke tehničke primjene (filtri, jedra, padobrani, i sl.), a kod odjeće propusnost je važna zbog apsorpcije tjelesnih isparenja i zadržavanja zraka u tom prostoru što djeluje kao toplinski izolator. Primjerice, nizak stupanj propusnosti omogućuje da tkanina služi kao zaštita od UV zračenja. S obzirom da je propusnost izuzetno značajna karakteristika tkanine, takva istraživanja se provode i u sklopu diplomskih radova studenata. Ovaj rad upravo je i nastao u sklopu takvog diplomskog rada.

2. Teoretski dio

Zahvaljujući svojoj poroznoj strukturi tkanine pokazuju visoku propusnost fluida. Strujanje fluida kroz tkaninu je složen fizikalni fenomen, jer vlaknasta i nejednolika organizacija strukture kao i deformacije te strukture izrazito utječu na karakteristike takvog strujanja. Saznanja o strujanju fluida kroz tkaninu značajno doprinose razumijevanju i objašnjenju mnogih fizikalno mehaničkih svojstava tkanina.

2.1 Propusnost zraka (fluida)

Debljina tkanine, oblik i veličina pora u pređi osnove i potke, kao i distribucija prostora između niti, a time i samih niti, su dominantni faktori koji utječu na propusnost neke tkanine. Gradijent tlaka protoka nekog fluida preko tkanine je funkcija viskoznosti, gustoće i poroznosti te tkanine, što je upravo sukladno pojavi protoka fluida kroz cijevi [1]. Poznato je da kod tkanina veće gustoće postoji visoka korelacija između propusnosti zraka i volumena pora između vlakana dok je kod tkanina manjih gustoća ta korelacija mnogo manja [2].

Propusnost neke tkanine može se teoretski i eksperimentalno prikazati kao poroznost ili kao strukturu poroznog medija koristeći parametre poput broja kapilara, srednje vrijednosti promjera pora, itd. [3] Protok fluida kroz poroznu strukturu tkanine opisuje se Darcyevim zakonom (1):

$$B = \frac{\mu \cdot t \cdot v}{\Delta P} \quad (1)$$

gdje je μ - viskozitet fluida, t - debljina tkanine, v - brzina fluida, a ΔP - pad tlaka kroz tkaninu, a B se smatra konstantom i naziva se permeabilnost tkanine za određeni fluid. Vrijednost poroznosti (B), ovisi o tipu poroznog medija i geometrije pora [4]. Slijedeći logiku da su oblik i količina pora u materijalu primarni faktori permeabilnosti tih materijala, definirani su različiti načini izračuna propusnosti tkanine.

Tako je Kozany-Carman opisao protok fluida kroz tkaninu baziran na filtracijskim karakteristikama [5], a Hsieh [6], propusnost definira kao odnos geometrijske projekcije slobodnog prostora u materijalu naprama ukupnoj površini materijala i to prikazuje jednadžbom (2):

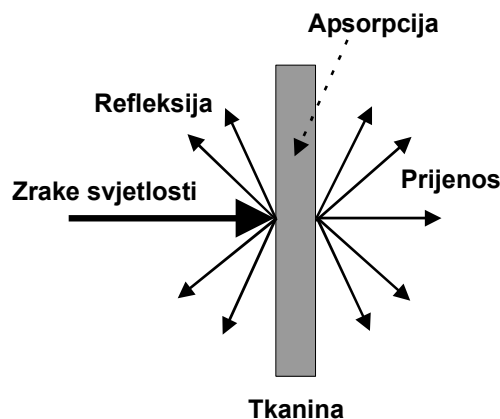
$$\varepsilon = \frac{\text{površina slobodnog prostora}}{\text{ukupna površina}} = \frac{P_1 \cdot P_2}{(P_1 + d_1)(P_2 + d_2)} \quad (2)$$

gdje je P_1 – udaljenost osnova, P_2 - udaljenost potki, d_1 – promjer osnove, d_2 – promjer potke.

Glavni problem kod izračuna propusnosti tkanine je deformacija, nejednoličnost i nejednolika distribucija pora u strukturi tkanine, pa čak niti razmaci između niti, niti njihov promjer, nisu uniformirani, pa zato i debljina tkanine stalno varira. Iz prikazanog je jasno da je za tkanine gotovo nemoguće definirati točnu metodu izračuna propusnosti fluida pa se stoga i propusnost na zrak treba određivati izravnim mjerenjima [7].

2.2 Propusnost svjetlosti

Propusnost svjetla izražava direktno propušteni udio zračenja u području valne dužine vidljive svjetlosti, u odnosu na osjetljivost ljudskog oka na svjetlost. Jedan dio svjetlosnih zraka koje padaju na tekstilne materijale se odražava, drugi dio se apsorbira a treći dio prolazi kroz vlakna, šupljine i pore kao na slici (sl. 1).



Slika 1: Svjetlost na tkanini

Dio svjetlosti koji se apsorbira ne prolazi kroz tkaninu što je pojava koja se najčešće događa kod tkanina veće debljine i gustoće, odnosno onih gdje su pore i međuprostori mali ili ih nema. Prodor svjetlosti kroz

tkaninu može biti i u obliku linearnog prijenosa što je izraženo kod malih gustoća tkanina, odnosno kod tkanina s velikim strukturnim porama i slobodnim prostorom između niti.

U situaciji raspršenja svjetlosnog zračenja nakon prodora u normalno strukturiran tekstilni materijal moguće je registrirati propusnost svjetlosti, ali s bitno smanjenim intenzitetom. Iz ovoga je jasno da propusnost svjetlosti najviše ovisi o gustoći osnove i potke, kao i o njihovom rasporedu i položaju, odnosno o vezovima. Prolaz svjetlosti kroz materijal može se mjeriti pomoću lux-metra ili računalno – analizom slike [8].

3. Eksperimentalni dio

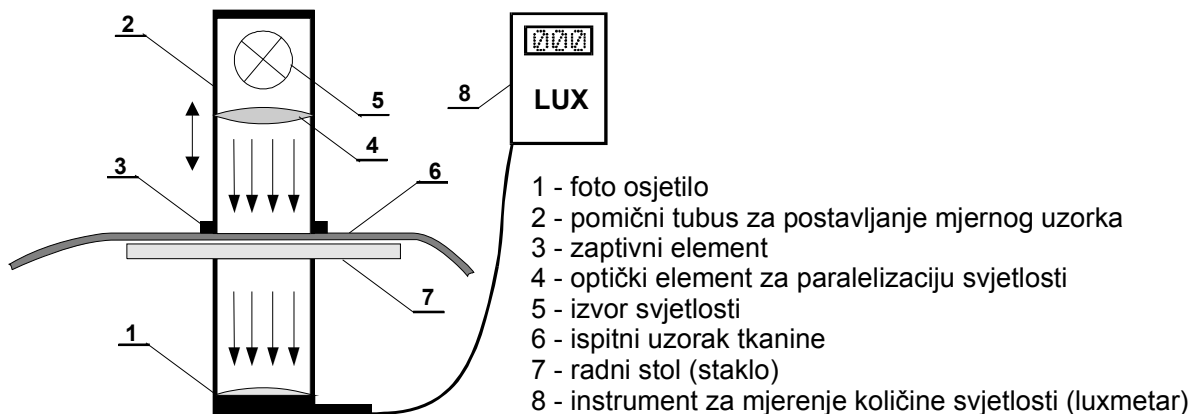
Temeljni cilj ovog rada bio je utvrđivanje zavisnosti gustoće i veza tkanine sa propusnošću tkanina na svjetlost i na zrak. U tu svrhu izvršeno je mjerenje klasičnim aparatom za propusnost zraka, te mjerenje propusnosti svjetlosti pomoću eksperimentalnog uređaja s ugrađenim lux-metrom.

Ispitivane su tkanine otkane u različitim vezovima i svaka od njih u 4 različite gustoće po osnovi i potci, sve iz neškrobljene pamučne pređe finoće 36x2 tex za osnovu i 36 tex za potku. U ispitnim uzorcima je primijenjeno osam različitih vezova i njihovih izvedenica i to: panama (Pa 2/2(2+2)), uzdužni rips (R 1/1(2+2)), poprečni rips (R 2/2(1+1)), pravilni keper (K 1/3 Z), pojačani keper (cirkas) (K 2/2 Z), križni keper od kepera K 1/3 Z, lomljeni keper u jedinici veza od kepera K 1/3 Z, lomljeni keper u jedinici veza od K 2/2 Z. Uzorci tkanina razlikuju se po vezovima i gustoći, a osnova i potka od koje su sastavljeni razlikuju se i po finoći. Tkanine su prije ispitivanja kondicionirane i dovedene u standardne uvjete.

Gustoća tkanina ispitana je prema normi HRNF.S2.013, a prema tom standardu ispitivanje se obavlja metodom brojanja niti po osnovi i potci na duljini od 10 cm. U tu svrhu korištena je tekstilna lupa.

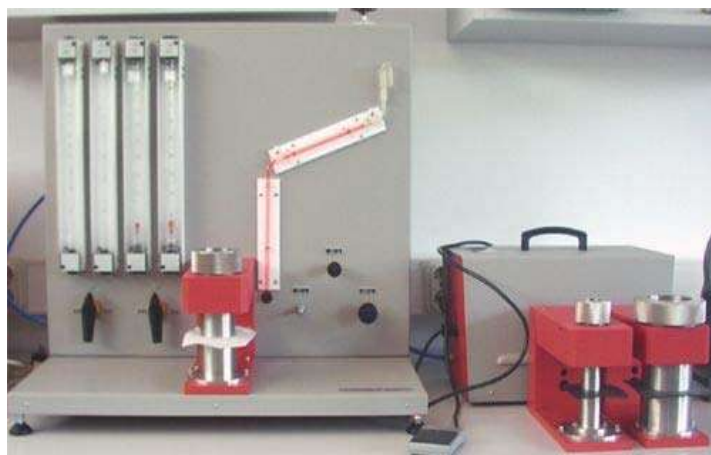
Za ispitivanje propusnosti tkanine na svjetlost korišten je dio eksperimentalnog uređaja (tubus) na kojeg je, za potrebe ovog ispitivanja, postavljen digitalni lux-metar sa vanjskim svjetlosnim senzorom, a tubus se sastoji od obrađene pvc cijevi dužine 20 cm sa ugrađenim izvorom svjetlosti.

Ovo je posve eksperimentalna metoda koja još nije uvrštena niti propisana standardima. Uređaj mjeri količinu svjetlosti koja prodire kroz tkaninu, odnosno tekstilni uzorak. Mjerenje je uvijek relativno, jer isključivo ovisi o primijenjenoj vrsti i snazi svjetlosnog izvora. U ovom slučaju korišten je halogeni reflektirajući izvor svjetlosti snage 5 VA na udaljenosti od 20 cm od ispitivanog uzorka. Slika (sl. 2) prikazuje shematski izgled upotrijebljenog uređaja.



Slika 2: Eksperimentalni uređaj za ispitivanje propusnosti tkanine na svjetlost

Mjerenje propusnosti svjetlosti provodi se tako da se na uzorcima označi kružnica promjera 25.4 mm, uključi se napajanje svjetlosnog izvora, te na lux-metru očita ukupna količina svjetlosti. Nakon tog mjerenja uzorak se postavi u tubus sukladno nacrtanoj kružnici, i na lux-metru očita količina svjetlosti propuštene kroz uzorak tkanine. Na svakom uzorku provedena su po 3 mjerenja i uzeta je njihova srednja vrijednost.



Slika 3: Aparat za ispitivanje propusnosti zraka tt. SDL Atlas

Propusnost zraka je ispitivana prema normi ISO9237:1995, na aparatu za ispitivanje propusnosti zraka tt. SDL Atlas prikazanom na slici (sl. 3). Ova metoda ispitivanja temelji se na određivanju količine zraka koji prolazi kroz uzorak tkanine kod određenog narinutog podtlaka. Uzorak s već nacrtanom kružnicom za ispitivanje na propusnost svjetlosti, stavlja se na mjernu glavu i učvrsti zvonastim držačem točno na označenu kružnicu. Na taj način osiguravano je mjerenje potpuno iste površine tkanine kao i kod prolaska svjetlosti. Prolazna površina bila je 5 cm^2 uz narinuti podtlak od 100 Pa za sve uzorke [9]. Navedeni uvjeti su jedini omogućavali mjerenje svih uzoraka, jer je visoka propusnost ovih tkanina dosegala granične mogućnosti uređaja.

4. Rezultati i diskusija

Rezultati ispitivanja gustoće tkanina prikazani su u tablici (tab. 1). Kod uzoraka gustoće 293/200 rezultati srednjih vrijednosti pokazuju da je stvarna gustoća niti u osnovi za sve uzorke nešto manja od deklarirane gustoće. U ovoj skupini rezultata osnova s najmanjom gustoćom bila je je kod tkanine u vezu križnog kepera. Rezultati mjerenja gustoće potke ne odstupaju mnogo od gustoće u deklaraciji, iako, za razliku od osnove, kod nekih mjerenja se pojavljuje nešto veći rezultat od deklarirane gustoće.

Tablica 1: Srednje vrijednosti mjerenja gustoće i propusnosti tkanine na svjetlost i zrak

		Gustoća tkanine (niti/ 10 cm)				Propusnost svjetla (lux)				Propusnost zraka (ml/s)			
		293/200	293/150	220/200	220/150	293/200	293/150	220/200	220/150	293/200	293/150	220/200	220/150
Vež	Niti	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PA	Osnova	291,7	291,7	220,0	221,3	527,3	596,3	615,7	713,7	367,0	415,0	495,7	524,9
	Potka	200,0	151,3	199,0	150,7								
RU	Osnova	291,7	291,0	219,7	219,7	493,3	544,0	634,7	723,0	338,0	372,6	434,7	495,2
	Potka	198,7	149,3	199,3	151,0								
RP	Osnova	291,7	291,3	219,0	218,3	524,0	615,0	676,0	744,7	378,3	442,4	486,3	535,7
	Potka	200,0	150,7	198,3	150,7								
K22	Osnova	292,0	291,3	221,7	220,7	482,3	566,7	583,7	694,3	289,0	339,0	351,1	449,6
	Potka	200,3	151,0	199,7	150,7								
K31	Osnova	291,0	291,7	219,7	221,0	473,7	565,0	633,7	707,3	238,3	282,5	380,0	351,6
	Potka	199,7	152,3	199,3	150,3								
LK22	Osnova	291,0	291,7	220,0	219,7	497,7	571,7	623,0	721,7	324,0	366,0	402,2	456,4
	Potka	200,7	150,3	200,7	150,7								
LK31	Osnova	291,7	292,3	220,7	219,7	478,0	532,3	648,3	688,0	303,3	339,2	418,0	439,8
	Potka	200,3	151,3	200,7	150,7								
KK	Osnova	290,3	291,0	219,7	220,0	512,7	541,7	595,3	685,7	346,0	366,0	401,4	490,0
	Potka	199,3	150,3	200,3	151,3								

(Legenda oznaka: x-srednja vrijednost; PA-panama; RU-uzdužni rips; RP-poprečni rips; K22-keper 2/2; K31-keper 3/1; LK22-lomljeni keper 2/2; LK31-lomljeni keper 3/1; KK-križni keper)

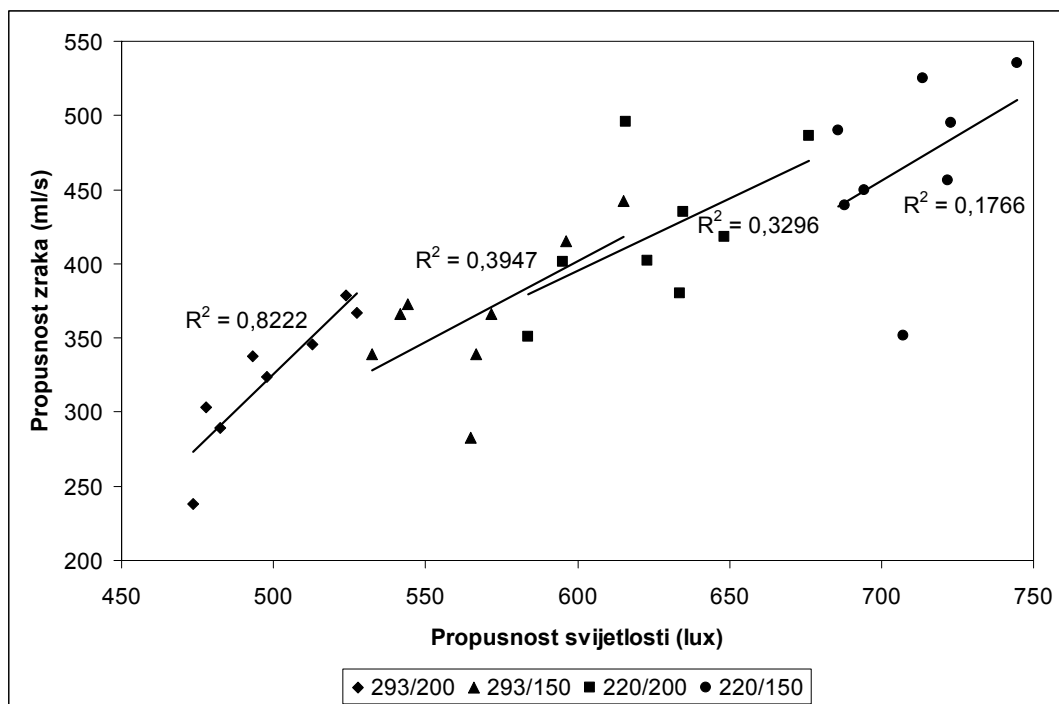
Kod svih rezultata primjetno je veće odstupanje gustoće niti u osnovi u odnosu na gustoću u potci. Mogući razlog je ugradnja niti u brdo, jer se na uzorcima može primijetiti pripijenost po dvije niti u paru što znači da su u brdo bile uvedene po dvije niti u jedan zub.

Kod mjerenja prolaska svjetlosti lux-metrom, rezultati za svaki vez pokazuju kako se povećanjem gustoće tkanine smanjuje propusnost svjetlosti tj. što je tkanina veće gustoće, tkanina propušta manje svjetlosti.

Iz rezultata u tablici 1 zamjetno je da vrsta veza nema značajnog utjecaja na svjetlosnu propusnost tkanine u odnosu na gustoću gdje je taj utjecaj značajniji. Iz podataka se vidi da na propusnost svjetlosti utječe i gustoća osnove i gustoća potke, te da gustoća osnove izrazitije utječe na propusnost svjetlosti kroz tkaninu. Mali i nezamjetni utjecaj veza moguće je objasniti istom porodicom vezova kojoj pripadaju svi upotrijebljeni uzorci. Uzorci tkanina korištenih u ovom istraživanju karakterizirala je velika propusnost zraka. Iz rezultata je vidljivo da najveću propusnost pokazuju uzorci s rips vezom, a najmanja propusnost je zabilježena kod uzoraka s keperom 3/1 kod kojeg se uočava i najveće odstupanje rezultata.

Prikupljenim rezultatima propusnosti na zrak i propusnosti na svjetlost omogućeno je utvrđivanje zavisnosti rezultata tih mjerenja. U tom cilju provedena je korelacija spomenutih rezultata, a dobiveni grafički prikaz prikazan je na slici (sl. 4).

Primjenom postupka linearne regresije na podatke propusnosti na svjetlost i na zrak, za svaku od ispitivanih kombinacija gustoće tkanine, pokazalo se da je najveća povezanost spomenutih čimbenika kod tkanine s najvećom gustoćom osnove i potke i to uz koeficijent korelacije od 0.8233.



Slika 4: Korelacija propusnosti tkanine na zrak i propusnosti na svjetlost

Kako se vidi na grafičkom prikazu na slici (sl. 4), sa porastom vrijednosti podataka za propusnost tkanine na svjetlost, rastu i vrijednosti podataka za propusnost tkanine na zrak, i to bez značajnijeg osipanja. Smanjivanjem gustoće, bilo po osnovi, bilo po potci, opada i međusobna povezanost propusnosti zraka i svjetlosti koja kod najmanje ispitivane gustoće tkanine pokazuje gotovo zanemarivu zavisnost uz koeficijent korelacije od samo 0.1766 uz uočljivo osipanje podataka. Koeficijenti korelacije podataka propusnosti na zrak i svjetlost kod gustoća tkanina između najveće i najmanje, svojim iznosima od 0.3947 i 0.3296 samo potvrđuju prethodnu tvrdnju o gustoći kao bitnom faktoru propusnosti tkanine na zrak i svjetlost.

5. Zaključak

Ovaj rad izrađen je u sklopu sustavnih istraživanja fizikalno-mehaničkih parametara tkanina u zavisnosti od tekstilno mehaničkih procesa tkanja, koji se provode u Zavodu za projektiranje i menadžment tekstila Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Istraživano je ponašanje pamučne tkanine na propusnost zraka i svjetlosti s obzirom na vez i gustoću tkanine. Na osnovu provedenih istraživanja, dobivenih i analiziranih rezultata kao i provedene rasprave moguće je izvesti sljedeće zaključke:

- Na propusnost nekog medija kroz tkaninu bitno utječe gustoća u osnovi i potci kao osnovni faktor, i te dvije varijable se u međusobnom odnosu ponašaju proporcionalno.

- Nije zamijećena značajnija uloga veza tkanine na propusnost zraka i svjetlosti.
- Utvrđeno je da tkanine s vezovima koji imaju manji broj veznih točaka na istoj površini imaju veću propusnost zraka, dok takva pojava nije primijećena kod ispitivanja propusnosti na svjetlost.
- Dvojbenost utjecaja vrste veza u promatranim tkaninama mogla bi se otkloniti da su za ispitivanje bile dostupne tkanine s vezovima različitih porodica (odnosno različitog broja veznih točaka u jedinici veza)
- Propusnost svjetlosti i zraka pokazuje proporcionalnost s obzirom na gustoću tkanine kod svih vezova. Ovakvu usku povezanost ovih medija dokazuje i visok stupanj korelacije naveden u diskusiji.
- Kako je ovaj rad pokazao zanimljive rezultate od kojih su neki ostali dvojbeni, istraživanja na tom polju će se nastaviti s uzorcima različitih porodica vezova, a korištena eksperimentalna mjerna oprema i rezultati s nje predstavljaju dobru osnovicu za daljnji razvoj spomenute opreme.

Literatura

- [1] Mohammadi, M.; Lee, P. & Ghadimi, P.: Air permeability of multilayer needle punched non-woven fabrics: Theoretical method, *Journal of Industrial Textiles*, Vol. 32 (2002) 1, 45-57.
- [2] Robertson, A.F.: , Air Porosity of Open-Weave Fabrics: Part I: Metallic Meshes, *Textile Research Journal*, Vol. 20 (1950) 12, 838-844.
- [3] Lee, H. S.; Carr, W. W.; Beckham, H. W. & Weper, W. J.: Factors influencing air flow through unbacked tufted carpets, *Textile Research Journal*, Vol. 70 (2000) 10, 876-855.
- [4] Dunn, M. W.: Investigating fluid flow through fabrics, National Textile Center, *Annual Report*, (2000) November, 1-10.
- [5] Zhu, Q. and Li, Y.: Effects of pore size distribution and fiber diameter on the coupled heat and moisture transfer in porous textiles, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol. 46 (2003) 26, 5099-5111.
- [6] Hsieh, Y.L.: Liquid Transport in Fabric Structures, *Textile Research Journal*, Vol. 65 (1995) 5, 299-307.
- [7] Cay, A.; Vassiliadis, S.; Rangoussi, M. & Tarakcioglu, I.: On the use of image processing techniques for the estimation of the porosity of textile fabrics, *Enformatika: Transactions on Engineering, Computing and Technology*, Vol. 2, (2004) 12, 95-98.
- [8] Militky, J.; Travnickova, M. & Bajzik, V.: Air permeability and light transmission of weaves, *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 11 (1999) 2/3, 116-125.
- [9] Jazvo A.: Utjecaj parametara gustoće tkanine na njezina fizikalna svojstva, *diplomski rad*, TTF, Zagreb (travanj 2011.)

DISTRIBUCIJA OTPORA PROLAZU TOPLINE PO SEGMENTIMA ČARAPE

DISTRIBUTION OF HEAT TRANSFER THROUGH SOCKS SEGMENTS

Vesna Marija POTOČIĆ MATKOVIĆ; Ivana SALOPEK ČUBRIĆ; Zenun SKENDERI &
 Budimir MIJOVIĆ

Sažetak: Radi ispitivanja distribucije otpora prolazu topline po segmentima čarape ispletene su četiri tipa čarapa. Razlikuju se po sirovinskom sastavu i finoći pređe. Pletene su u istom programu, istoj veličini i istoj dubini kuliranja u platirnom desno lijevom prepletu, na stroju tipa Goal od Lonatija. Prsti i peta pleteni su u manjoj dubini kuliranja nego stopalo i sara. Razlike ukupnog otpora ispitivanih čarapa prolazu topline iznose do 6,5%. Izmjerene vrijednosti su najmanje za zone koje odgovaraju gornjem kraju sara. Najviše su vrijednosti izmjerene za zone koje sudjeluju u prijenosu topline kondukcijom, te zone prstiju i pete koje pružaju nešto veći otpor prolazu topline zbog toga što su pletene u većoj gustoći.

Abstract: In order to study the distribution of thermal resistance by segments of socks, four types of socks were knitted. They differ precisely in yarn composition and yarn fineness. They were knitted in the same program, same size and same stitch density in plating knitted structure, on the machine type Goal from Lonati. Toes and heels were knit in a higher stitch density than foot and leg. Difference between the total thermal resistances of the tested socks is unto 6.5%. The measured values are smallest for the zones corresponding to the upper end of leg. The highest values were measured for the area involved in heat transfer by conduction, and the toes and heel areas. Those areas provide a slightly higher resistance to the heat transfer because they are knitted in a higher density.

Ključne riječi: otpor prolazu topline, model toplinske noge, čarape, segmentirana zona

Keywords: heat resistance, foot mannequin, socks, segmented zone

6. Uvod

Sposobnost zadržavanja topline važno je svojstvo čarape. Smatra se kako su čarape i nastale radi potrebe grijanja stopala te olakšavanja kontakta između stopala i obuće. Udobnim, svakodnevnim kratkim čarapama i danas je to glavna zadaća. Za sportske čarape važna je mogućnost upijanja znoja, a često su posebne konstrukcije - s pojačanjima koja sprečavaju proklizavanje stopala ili pojavu žuljeva. Za terapijske čarape bira se pređa i konstrukcija pletiva koja omogućava jači ili slabiji pritisak duž noge od uobičajene čarape. Modnim čarapama jednako je važna usklađenost po boji i teksturi s modnim trendom [1]. Ipak, toplinska svojstva važna su za svaki tip čarapa, a bila su predmetom malog broja istraživanja.

Za izradu čarapa koriste se različite vrste pređa. Obične, svakodnevne dječje, ženske i muške čarape pletu se najčešće pamučnim pređama. Za povećanje elastičnosti uz pamučnu pređu upliće se i teksturirana poliamidna pređa. Višebojni uzorak najčešće se plete poliamidnom pređom. Čarape se također pletu od fine vunene pređe, mješavina s akrilnim ili polipropilenskim vlaknima, a u rub ili ojačanja na različitim dijelovima čarape upliće se i pređa s elastanskim vlaknima. Fine ženske čarape izrađuju se od poliamidne teksturirane pređe, uz koje se može uplitati i elastanska pređa. Eksperimentira se i sa drugim vrstama pređa ili se pređe obogaćuju mirisima, aloe verom, vitaminom E, hidratantnim ili anticelulitnim preparatima [2]. Za pretpostaviti je kako će čarape različitih sirovinskih sastava imati i različita toplinska svojstva.

Danas se gotovo sve čarape izrađuju na čaraparskim automatima. Za sve navedene tipove čarapa konstruirani su čaraparski automati različitih svojstava. Najznačajniji svjetski proizvođači čaraparskih automata dolaze iz Italije. To su Lonati, Rumi, Conti, Santoni, te iz Japana – Nagata[2].

Čarapa se plete od gornjeg ruba, gdje se radi rebrasti ili cjevasti rub, ovisno o konstrukciji stroja. Moguće je regulirati visinu ruba i uplitanje elastomerne pređe. Zatim se plete tijelo čarape koje može biti glatko ili uzorkovano, potom peta, stopalo i prsti. Sve dijelove je moguće regulirati u smislu duljine, širine i gustoće pletiva. Na automatima se bez zaustavljanja izrađuje jedna čarapa za drugom.

Prema osnovnoj konstrukciji automati se dijele na jednocilindrične, dvocilindrične i dvoiglenične. Cilindri su promjera od 2 ¾ inča do 4 ½ inča, a u njima je smješteno od 60 do više od 400 igala. Za izradu dječjih

čarapa koriste se automati manjeg promjera iglenice, a za izradu ženskih i muških čarapa većeg promjera iglenice. Finoće čaraparskih automata najčešće su od E 5 do E 34. Čaraparski automati finoće E 5 do E 10 namijenjeni su za izradu sportskih, terapijskih, zimskih ili folklornih čarapa. Čaraparski automati finoće E 12 do E 20 namijenjeni su za izradu klasičnih kratkih čarapa, a čaraparski automati većih finoća koriste se za izradu dugih ženskih čarapa [2].

Suvremenim čaraparskim automatima elektronički se upravlja, odnosno programira ciklus izrade čarape, veličina i njezin oblik, elektronički se biraju igle za izradu bilo kojeg žakar uzorka, a u memoriju stroja pohranjuje se više modela i veličina čarapa. Novi modeli čarapa programiraju se u CAD sustavima pojedinih proizvođača.

7. Eksperimentalni dio

7.1 Izrada uzoraka

Zbog mjerenja otpora prolazu topline ispletena su četiri tipa čarapa. Prva čarapa (Č1) pletena je iz dvije pamučne pređe finoće 20 tex, druga čarapa (Č2) iz dvije pređe od liocelnih vlakana finoće 20 tex, treća čarapa (Č3) iz četiri pamučne pređe finoće 20 tex, četvrta čarapa (Č4) iz četiri pređe od liocelnih vlakana finoće 20 tex. Svojstva pređa dana su u tablici 1.

Kao što je uobičajeno kod komercijalne proizvodnje čarapa, pri izradi svake čarape uz pamučnu pređu ili pređu od liocelnih vlakana, korištena je i multifilamentna poliamidna pređa finoće 170 dtex. Dvije pređe plele su zajedno u platirnom prepletu duž cijele čarape.

Čarape su pletene na jednocilindričnom čaraparskom automatu Goal tvrtke Lonati [3]. U cilindru promjera 3 ¼ inča smješteno je 108 igala. Stroj je finoće E 9, namijenjen za izradu ženskih i muških kratkih čarapa. Sva četiri tipa čarapa pletena su u istom programu, istoj veličini i istoj dubini kuliranja u platirnom desno lijevom prepletu. Prsti i peta pleteni su, kako je uobičajeno, u manjoj dubini kuliranja nego stopalo i sara, pa su prema tome veće gustoće. Horizontalna gustoća sare čarapa (Dh) je 5,5 oč/cm, vertikalna gustoća sare čarapa (Dv) je 7,5 oč/cm, horizontalna gustoća pete i prstiju (Dh) je 6,25 oč/cm, vertikalna gustoća pete i prstiju (Dv) je 9,25 oč/cm. Program je napravljen pomoću softvera Graphitron 6, koji se koristi za upravljanje svim tipovima Lonatijevih automata.

7.2 Mjerni uređaji

U eksperimentalnom dijelu ispitana su sljedeća svojstva korištenih pređa: finoća, uvojitost, nejednolikost, vlačna svojstva, površinsko trenje i dlakavost.

Finoća pređe (Tt) određivana je metodom vitice ili povijesma prema normi koja se primjenjuje za određivanje finoće svih vrsta pređa s namotka (HRN ISO 2060). Uvojitost pređe (Tm) određivana je na torziometru Twist tester proizvođača Mesdan lab, Italija. Određivanje je vršeno naponskom metodom, sukladno s normom (HRN ISO/DIS 17202). Ispitivanje pređe vršeno je metodom A - pojedinačnim ispitivanjem uzoraka pređe, koja se preporuča za ispitivanje pređe na ručno upravljanim torziometrima.

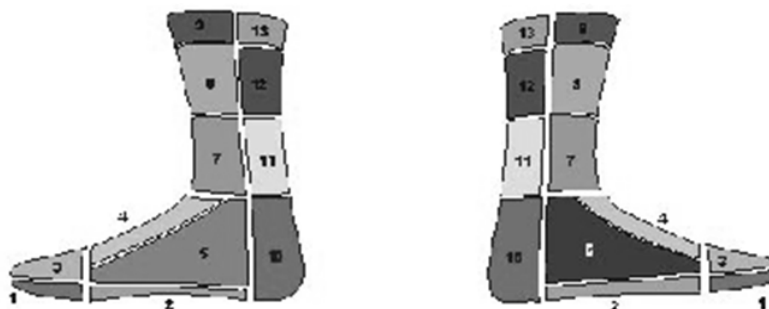
Nejednolikost pređe ispitivana je na mjernom uređaju Keisokki evenness tester, model KET – 80. Ispitivanje je vršeno na uzorcima pređe s križnog namotka duljine 400 metara, a brzina ispitivanja iznosila je 50 m · min⁻¹.

Vlačna svojstva pređe ispitivana su na dinamometru Statimat M njemačke tvrtke Textechno. Za ispitivanje pamučne pređe korištena je metoda B - automatizirano ispitivanje; uzorci se uzimaju direktno s kondicioniranih namotaka (HRN ISO 2062). Ispitivanje je vršeno na epruveti duljine 500 mm, uz predopterećenje 0,5 ± 0,1 cN · tex⁻¹ i konstantnu brzinu v = 500 mm s⁻¹.

Koeficijent površinskog trenja pređe u dodiru s metalom određivan je na uređaju F-metar G 534, proizvođača tvrtke Zweigle. Određivanje je vršeno prema normi (ASTM D 3108-95) uz brzinu dovoda pređe 200 m min⁻¹.

Dlakavost pređe mjerena je na uređaju za mjerenje dlakavosti tip G 565, proizvođača tt. Zweigle, Njemačka koji radi na fotometrijskom principu. Definirane su sljedeće duljine stršećih vlakana: 2, 4, 6 i 8 mm. Brzina ispitivanja iznosila je 50 m min⁻¹, a ispitivanje je vršeno na 25 m pređe.

Ispitivanje toplinskih svojstava vršeno je na modelu toplinske noge tt. UCS d.o.o. Model je izrađen u obliku muške potkoljenice veličine 42. Model mjeri otpor prolazu topline (tzv. Rct vrijednost) i otpor prolazu vodene pare (tzv. Ret vrijednost). Kako bi bilo omogućeno praćenje navedenih vrijednosti za različite zone noge, model je podijeljen na 13 segmenata i to: 7 u području stopala i 6 u području potkoljenice (slika 1). Svaki od navedenih segmenata opremljen je senzorima. Vrijednosti mjerenih svojstava se u konačnici dobivaju za svaki segment zasebno, te za cijeli model noge. Cijeli je model izrađen od srebra i pričvršćen na nosivu konstrukciju od nehrđajućeg čelika. Postoji i mogućnost postavljanja modela noge na simulator za pokretanje koji simulira ljudsko kretanje uz opciju podešavanja intenziteta od 15 do 60 koraka u jednoj minuti. Raspon temperatura u kojemu je moguće nesmetano mjerenje otpora prolazu topline je od -20 do +50°C [4].



Slika1: Segmenti toplinskog modela noge

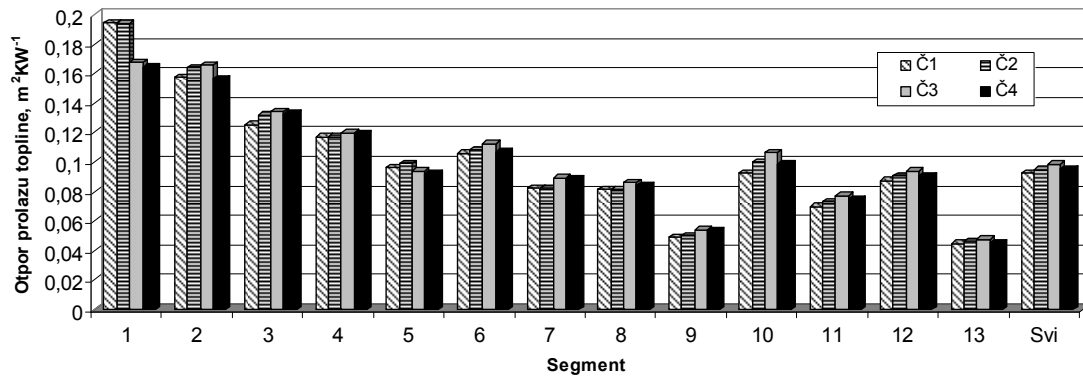
8. Rezultati ispitivanja

Rezultati ispitivanja svojstava pređe dani su u tablici 1.

Tablica 1: Rezultati ispitivanja svojstava pređa

Sirovinski sastav pređe	SVOJSTVO PREĐE					
	FINOĆA I DEBLJINA					
	Tt_n , tex	Tt_s , tex	Sd , tex	CV, %	d_t , mm	d_s , mm
pamuk	20	19,9	0,12	0,60	0,13	0,18
liocelno vlakno	20	20,1	0,24	1,20	0,13	0,18
	UVOJITOST					
	Tm , m ⁻¹	Sd , tex	CV, %	α_m	α_{tex}	
pamuk	742	22,1	3,0	105,0	3316	
liocelno vlakno	770	20,1	2,6	108,9	3441	
	NEJEDNOLIKOST					
	N_{tn}	N_{tk}	N_n	CV_m		
pamuk	0	13	15	11,53		
liocelno vlakno	0	3	18	10,82		
	VLAČNA SVOJSTVA					
	F_p , cN	CV, %	ϵ_B , %	CV, %	W_r , cN cm	CV, %
pamuk	292,9	7,2	5,6	7,8	494,0	14,0
liocelno vlakno	713,4	6,0	9,8	5,8	2002,5	10,7
	DLAKAVOST					
	n_1 , mm	n_2 , mm	n_3 , mm	n_4 , mm		
pamuk	52	20	1	1		
liocelno vlakno	60	22	1	1		
	POVRŠINSKO TRENJE					
	$\mu_{srednje}$	CV, %	μ_{max}	μ_{min}		
pamuk	0,15	3,93	0,17	0,14		
liocelno vlakno	0,13	3,90	0,16	0,12		

Oznake korištene u tablici: Tt_n - nazivna finoća, Tt_s - stvarna finoća, Sd - standardna devijacija, CV - koeficijent varijacije, d_t - teorijski promjer pređe, d_s - stvarni promjer pređe, Tm - broj uvoja pređe, α_m i α_{tex} - koeficijenti uvojitosti pređe, N_{tn} - broj tankih mjesta, N_{tk} - broj debelih mjesta, N_n - broj čvorića, CV_m - koeficijent varijacije mase, F_p - prekidna sila, ϵ_B - prekidno istezanje, W_r - rad do prekida, n_1 - broj vlakana duljine 2 mm, n_2 - broj vlakana duljine 4 mm, n_3 - broj vlakana duljine 6 mm, n_4 - broj vlakana duljine 8 mm, $\mu_{srednje}$ - prosječni koeficijent trenja, μ_{max} - maksimalni koeficijent trenja, μ_{min} - minimalni koeficijent trenja



Slika 2: Rezultati ispitivanja otpora čarapa prolazu topline

9. Rasprava

Među ispitanim svojstvima korištenih pređa jasno se izdvajaju vlačna svojstva za koja su razlike izmjerenih vrijednosti značajne. Pokazalo se da pređa izrađena iz liocelnih vlakana ima značajno veću prekidnu silu i prekidno istezanje. Navedeno u određenoj mjeri može utjecati na rezultate mjerenja otpora prolazu topline jer prilikom postavljanja čarape na model noge može doći do rastezanja pletiva i značajnije promjene u strukturi očica. Rezultati mjerenja na modelu noge pokazali su da razlike ukupnog otpora ispitivanih čarapa prolazu topline iznose do 6,5%. Promatrajući segmentirane zone modela, uočava se pravilnost smanjenja, odnosno povećanja vrijednosti za pojedine zone kod svih mjerenih uzoraka čarapa. Tako su izmjerene vrijednosti najmanje za zone 9 i 13 koje odgovaraju gornjem kraju sare. U tom je dijelu zbog širine modela, što odgovara anatomiji noge, došlo do istezanja čarape u području ispod gornjeg ruba. Zbog toga se proširila površina šupljina unutar očica, što je pogodovalo povećanju prolaza topline kroz strukturu pletiva. Za preostale dijelove sare (zone 7, 8, 11 i 12) izmjerene su približno jednake vrijednosti otpora prolazu topline. Najviše su vrijednosti izmjerene za zone koje sudjeluju u prijenosu topline kondukcijom (zone 1 i 2). Također valja izdvojiti i zone prstiju i pete (zone 3 i 10) koje pružaju nešto veći otpor prolazu topline zbog toga što su pletene u većoj gustoći.

10. Zaključak

Cilj rada bio je utvrditi distribuciju otpora prolaza topline kroz čarape po promatranim segmentima modela noge. Uočene su značajne razlike. Najniže vrijednosti izmjerene su u zonama koje su istegnute tijekom postavljanja uzoraka. Značajno više vrijednosti izmjerene su u područjima smanjene dubine kuliranja i područjima koja sudjeluju u konduktivnom prijenosu topline. Prikazane rezultate valja uzeti obzir prilikom optimiranja parametara projektiranja čarapa, kako bi se ostvario optimalni prijenos topline koji valja biti u sinergiji s krajnjom namjenom proizvedene čarape.

Literatura

- [1] Salopek I.; Potočić Matković V. M.; Vrljićak Z. & Srdjak M.: Design of Socks in the Past and Present; Proceedings of ITC&DC 3rd International Textile, Clothing & Design Conference, 8.-11. 10. 2006. Dubrovnik, Hrvatska
- [2] Potočić Matković V. M.; Skenderi Z. & Pavković G.: Dizajn i povijesni pregled proizvodnje finih ženskih čarapa; Zbornik 3. znanstveno-stručnog savjetovanja tekstilna znanost i gospodarstvo; 22.01.2010., Zagreb, Hrvatska
- [3] Lonati: Series Goal, Dostupan na <http://www.lonati.com/en-machines-item.asp?id=3> Pristupljeno: 2011-12-22
- [4] Universal Customisation Systems: Foot manikin, Dostupan na www.ucstech.eu/ Pristupljeno: 2011-10-10

Zahvala

Rad je napravljen u okviru znanstveno-istraživačkog projekta Višefunkcionalni tehnički netkani i pleteni tekstili, kompoziti i pređe (šifra projekta 117-0000000-2984) i Ergonomsko oblikovanje sustava radnik-namještaj-okoliš (šifra projekta 117-0680720-3051) koje financira MZOŠ Republike Hrvatske.



SEKCIJA C

OPLEMENJIVANJE

SECTION C

FINISHING

FUNKCIONALNOST DIMENZIJSKI STABILIZIRANOG VUNENOG PLETIVA

THE FUNCTIONALITY OF DIMENSIONALLY STABILISED WOOL KNITWARE

Sandra BISCHOF VUKUŠIĆ; Tanja PUŠIĆ; Eva MAGOVAC; Irena PETRINIĆ; Thomas LUXBACHER & Josip ARAČIĆ

Sažetak: Jedna od prioriternih zadaća oplemenjivanja tekstilija je funkcionalnost proizvoda u skladu s ekološkim trendovima. Dodana vrijednost proizvoda ne smije narušavati osnovna svojstva i specifičnost tekstilija. Cilj funkcionalizacije proizvoda je i trajnost dodane vrijednosti kroz uporabu i održavanje. U ovom radu je istražen utjecaj pranja na svojstva funkcionalnog pletiva izrađenog od fine merino vune koje je oplemenjeno specijalnim smolama u svrhu smanjenja bubrivosti, odnosno obrade protiv skupljanja do kojeg dolazi tijekom pranja u perilici. Pranje je provedeno u kućanskoj perilici standardnim deterdžentom za pranje vunениh tekstilija na 40°C kroz 5 ciklusa. Termička svojstva vune su ispitana određivanjem graničnog indeksa kisika (LOI), termogravimetrijskom analizom (TGA) i mikro kalorimetrijskom (MCC) analizom. Dodatna karakterizacija pletiva je provedena ispitivanjem dimenzijske stabilnosti u pranju i ispitivanjem promjene površinskih svojstava putem elektrokinetičkog potencijala i SEM mikroskopije.

Abstract: One of the main tasks of finishing is a functionalization of textiles in accordance with the environmental trends. Achieving of a product added-value should not disturb basic and specific properties of textiles. The aim of a product functionalization is durability of properties in usage and maintenance. The research deals with functionalized knitted fabrics produced from the fine Merino wool, previously treated with special resins for reduction of swelling purposes and anti-shrink finishing which will otherwise occur during the washing process. Machine washable knitted fabric was processed with a reference IEC wool detergent at 40°C through 5 cycles. Thermal properties of wool were determined by limited oxygen index (LOI), thermogravimetric (TGA) and microscale combustion calorimeter (MCC) analysis. Additional characterization of knitted fabrics was performed after the first and the fifth cycles by testing of dimensional changes in washing, so as the surface modification evaluated by electrokinetic potential and SEM images.

Ključne riječi: vuna, modifikacija površine, obrada protiv skupljanja, pranje, LOI, TGA, MCC

Keywords: wool, surface modification, anti-shrink treatment, washing, LOI, TGA, MCC

1. Uvod

Usprkos sve većoj primjeni pamučnih i sintetskih materijala, vuneni materijali se kontinuirano primjenjuju dugi niz godina prvenstveno zbog svojih dobrih svojstava:

- termalne regulacije zbog visoke količine zraka unutar samog vlakna
- visoka apsorpcija vlage
- elastični oporavak, odnosno niska tendencije gužvanja
- niske zapaljivosti.

Ukoliko se želi postići dodana vrijednost vunene tekstilije se mogu dodatno obrađivati protiv gorenja, skupljanja, pustenja, djelovanja insekata i sl. Funkcionalizacija vunениh tekstilija u oplemenjivanju može se provoditi u različitim fazama obrade, što ovisi prvenstveno o namjeni pri čemu je važno birati ekološki povoljna sredstva i postupke. Jedno od slijedećih zahtjeva je postići dugotrajnost obrade i zadržavanje funkcionalnih svojstava u uporabi i održavanju [1].

Vuna jako bubri u mokrom, što za posljedicu ima skupljanje i pustenje. Upravo iz tih razloga se preporuča održavanje vunениh proizvoda ručnim pranjem ili kemijskim čišćenjem, ovisno o vrsti proizvoda. U procesima profesionalne njege odjeća često gubi prvobitna svojstva, čime joj se umanjuje upotrebna vrijednost i funkcionalnost. Zahtjevi potrošača za lakom njegovom vunениh proizvoda nametnula je mogućnost i želju strojnog pranja bez rizika i gubitka funkcionalnosti.

U ovom radu je istraženo funkcionalno pletivo načinjeno od pređe obrađene protiv skupljanja. Autori surađuju u okviru Eureka projekta E!5785: Improvement in the flame retardant properties of cotton and wool blends. U okviru projekta se istražuju čisti supstrati i njihove mješavine. Istražena su svojstva vunеноg pletiva načinjenog od pređe obrađene specijalnim polimerima u svrhu smanjenja bubrenja i skupljanja te dobivanja oznake Superwash, odnosno mogućnosti strojnog pranja. Karakterizacija pletiva je načinjena različitim termičkim i mehaničkim metodama, te ispitivanjem površine (SEM i elektrokinetičkog potencijala).

2. Eksperimentalni dio

Istraživanja su provedena na pletivu Feinripp 20E, površinske mase 130 g/m². Pređa izrađena od 100% merino vune finoće 15,38 tex je obrađena protiv skupljanja po tehnologiji koja je zaštićena, te primijenjena sredstva i uvjeti nisu poznati i navedeni. Vuneno pletivo je oprano kroz 5 ciklusa u kućanskoj perilici na temperaturi 40°C s IEC-W standardnim tekućim deterdžentom za vunu u koncentraciji 5 g/l [2], Tab. 1.

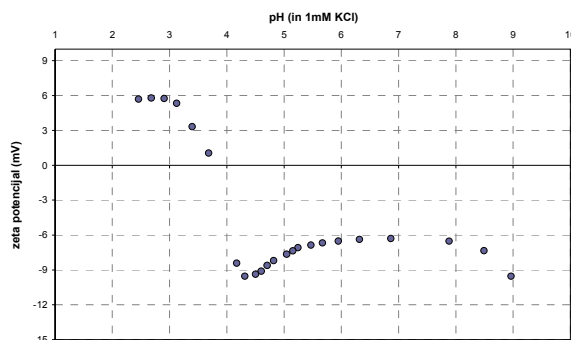
Tablica 1: Oznake uzoraka

Pletivo	Oznaka
Vuneno	VP
Vuneno oprano 1 X	VP_1x
Vuneno oprano 5 X	VP_5x

Nakon pranja je ispitana dimenzijska stabilnost prema normi HRN ISO 5077 [3]. Granični indeks kisika (LOI) je ispitivan na vunenom pletivu prije i nakon pranja prema metodi ASTM D 2863-97 i EN ISO 4589: 1999/A1 na uređaju za mjerenje LOI, Dynisco [4,5]. Površina istih uzoraka je karakterizirana pomoću tzv. Field Emission SEM mikroskopije na uređaju MIRA, Tescan uz povećanje 1,5 kX. Mjerenje elektrokinetičkog potencijala vunelog pletiva dimenzija 4 x 4 cm je provedeno u cilindričnoj ćeliji uređaja SurPASS, A. Paar, pri čemu je debljina uzorka u ćeliji iznosila 0,5 cm pri protoku 100 ml/min i tlaku 400 mbar. Uzorci pletiva su ispitivani na uređaju za termogravimetriju, PerkinElmer Pyris 1 TGA u temperaturnom rasponu od 50 do 800°C, uz brzinu zagrijavanja 10°C/min, u atmosferi i protoku zraka od 30ml/min. Kalorimetrijska analiza vunelog pletiva je provedena na mikrokolorimetru za sagorjevanje (MCC-Microscale Combustion Calorimeter), koji mjeri kalorimetrijski tok pirolitičkog sagorjevanja uzoraka u smjesi dušika i kisika na temperaturi od 75 do 800 °C, po ASTM D7309-07 metodi [6]. Za prikazana ispitivanja primijenjeni su uvjeti 75-600 °C [7-9].

3. Rezultati i diskusija

Vunena vlakna su jako elektronegativna u alkalnom i neutralnom vodenom mediju [10]. Negativan naboj površine se generira disocijacijom karboksilnih skupina u alkalnom vodenom mediju. Zeta potencijal vunelog pletiva izrađenog od pređe koja je obrađena protiv skupljanja u ovisnosti o pH otopine elektrolita je prikazan na Sl. 1. Krivulja ukazuje da je zeta potencijal u alkalnom izuzetno nizak, što dokazuje da je površina vune modificirana. Specijalni polimer primijenjen u obradi protiv skupljanja je reagirao i umrežio se s -COOH skupinama vune.



Slika 1: Zeta potencijal vunelog pletiva u ovisnosti o pH 0,001 mol/l KCl

Na temelju rezultata zeta potencijala je istražena postojanost obrade smolama kroz ispitivanje dimenzijske stabilnosti vunelog pletiva u pranju, Tab. 2.

Tablica 2: Skupljanje (S) vunelog pletiva u pranju

Uzorci	S [%]	
	VP_1x	VP_5x
dužina	15	26
širina	25	45

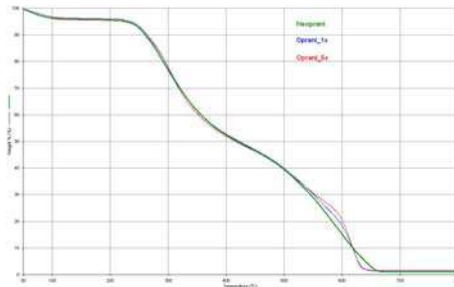
Rezultati dimenzijske stabilnosti vunelog pletiva nakon 1. i 5. ciklusa pranja na 40°C pokazuju ekstremno skupljanje. Deklariran postupak održavanja u postupku strojnog pranja na 40°C bi trebao biti dopunjen oznakom koja propisuje režim blage mehanike u pranju. Prema prethodnim iskustvima postupak mokrog čišćenja bi bio idealan za odjevne predmete načinjene od ovog pletiva [11].

Vunena vlakna unutar skupine prirodnih vlakana imaju dobru otpornost na gorenje. U tu svrhu je ispitan granični indeks kisika, tzv. LOI (limiting oxygen index), ovog funkcionalnog pletiva prije i nakon pranja i prikazan u Tab. 3.

Tablica 3: Granični indeks kisika (LOI) vunениh pletiva

Uzorci	LOI [%]		
	VP	VP_1x	VP_5x
U smjeru niza očica	25	25	28
U smjeru reda očica	25	25	28
t ₁₀₀ (s) niza očica	89	107	66
t ₁₀₀ (s) reda očica	74	110	76

Merino vuna ima LOI 25%, što je visoka vrijednost za uzorak neobrađen protiv gorenja, no još uvijek zahtijeva naknadnu FR obradu da bi se takvi materijali mogli uvrstiti u skupinu samogasećih materijala kod kojih je LOI $\geq 26\%$. LOI vrijednost vunenog pletiva nakon 1 ciklusa pranja nije promijenjena. Međutim, nakon 5 ciklusa pranja dolazi do promjene svojstava pletiva koje za posljedicu imaju porast LOI vrijednosti na 28%, što se može rastumačiti kao posljedica ekstremnog skupljanja pletiva kroz 5 ciklusa pranja. Rezultati termogravimetrijske analize su prikazani na Sl. 2.



Slika 2: TG krivulje neopranih i opranih uzoraka vunenog pletiva

Iz rezultata je vidljivo da postoji mala razlika između neoprano i opranih uzoraka, tek u zadnjem dijelu TGA krivulje. U slučaju neoprano uzorka do potpune degradacije dolazi na 660 °C (uz ostatak od 1,05%) dok kod opranih uzoraka do potpune degradacije dolazi na nešto nižoj temperaturi, odnosno na 630 °C, ali je ostatak nešto viši (1,35 za VP_1x, odnosno 1,80 za VP_5x). Iako do potpune degradacije opranih uzoraka dolazi na nešto nižoj temperaturi, razlika je vidljiva i u trećem dijelu krivulje koji pokazuje sporiji raspad nego u slučaju neopranih uzoraka, što su potvrdili i LOI rezultati.

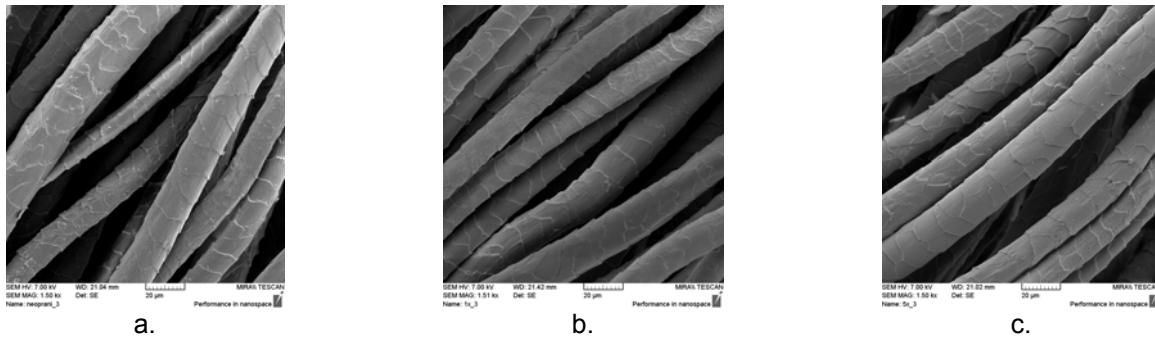
Funkcionalna pređa obrađena protiv skupljanja i vuneno pletivo su podvrgnuti i mikro-kalorimetrijskoj analizi, a ispitivani parametri su prikazani u tablici 4. Načinjena usporedba rezultata dobivenih analizom pređe i pletiva ukazuje da razlike u vrijednostima specifične topline i ostatka nisu tako značajne. Vuneno pletivo karakterizira u odnosu na ostala prirodna vlakna visoka LOI vrijednost 25 % (zamalo ispunjava uvjet karakterizacije materijala smanjene gorivosti: LOI >26).

Sukladno tome, izmjeren je niži stupanj otpuštanja specifične topline (94,42 kod pređe i 90,40 kod pletiva). Količina zaostalog pepela u postocima iznosi 3,70 kod pređe i 4,03 kod pletiva. Mikrokcalorimetrijska analiza opranih pletiva nije provedena jer su prethodna iskustva pokazala da modifikacije površine ne utječu na izlazne parametre ove analize [12].

Tablica 4: Rezultati mikro-kalorimetrijske analize (MCC) neoprano vunenog pletiva

Oznaka	VP	
	Vuna 100%	
Sastav	Vuna 100%	
Opis uzorka	Pređa	Pletivo
Kapacitet otpuštanja topline, HRC (J/g)	104,66	96,33
Stupanj otpuštanja specifične topline, PHRR (W/g)	94,42	90,40
Temperatura stupnja otpuštanja topline TPHRR, (°C)	342,26	327,63
Ukupna količina otpuštene topline, THR (kJ/g)	13,66	13,54
Ostatak (%)	3,70	4,03

SEM slike, Sl. 3, pokazuju da pranjem nije došlo do znatnijih morfoloških promjena u pletivu unatoč visokim vrijednostima skupljanja. To je i očekivano jer je tekući standardni deterđžent za vunu, IEC-W blago alkalni.



Slika 3: Mikroskopske slike načinjene na uređaju SEM Mira, Tescan uz povećanje 1,5 kX: a. vuneno pletivo; b. vuneno pletivo nakon 1. pranja; c. vuneno pletivo nakon 5. pranja

4. Zaključak

Istraženo je vuneno pletivo načinjeno od pređe koja je funkcionalizirana tijekom obrade protiv skupljanja. Naboj površine ovog pletiva je izuzetno visok što ukazuje na umrežavanje polimera s karboksilnim skupinama. Dimenzijska stabilnost kroz 5. ciklusa nije zadovoljavajuća, čime se pokazalo da obrada protiv skupljanja nije postojana. Funkcionalno pletivo ima početnu LOI vrijednost 25%. Ta vrijednost je radi skupljanja u pranju i veće kompaktnosti uzorka opranog 5. puta porasla na 28%. Mikrokolorimetrijska analiza je dala dobre rezultate, odnosno nizak stupanj otpuštanja specifične topline čime se pletivo može okarakterizirati kao material koji nudi izvjesnu zaštitu od gorenja. SEM slike funkcionalnih pletiva su potvrdile da nije došlo do promjene topografije površine prilikom 5 ciklusa pranja.

Literatura

- [1] Carr, C.M.: Chemistry of the Textiles Industry, Chapman and Hall, London 1999, ISBN 0 75014 0054, 817-209,
- [2] Dostupan na: <http://www.testgewebe.de/en/products/detergents/iec-w>, Pristupljeno: 2011-11-20
- [3] HRN EN ISO 5077:2008, Tekstilije – određivanje dimenzijskih promjena u pranju i sušenju
- [4] ASTM D 2863-97, Standard Test Method for Measuring the Minimum Oxygen Concentration to Support Candle-Like Combustion of Plastics (Oxygen Index), ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States
- [5] EN ISO 4589: 1999/A1, Plastika - Ponašanje pri gorenju određivanjem indeksa kisika -- 2. dio: Ispitivanje pri sobnoj temperaturi
- [6] ASTM D 7309-07, Standard Test Method for Determining Flammability Characteristics of Plastics and Other Solid Materials Using Microscale Combustion Calorimetry, ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States
- [7] Yang, C. Q. i sur.: Investigation of the flammability of different textile fabrics using micro-scale combustion calorimetry, Polymer Degradation and Stability, 95 (2010) 2, 108-115, doi:108e115
- [8] Yang, C. Q. & He, Q.: Applications of micro-scale combustion calorimetry to the studies of cotton and nylon fabrics treated with organophosphorus flame retardants, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 91 (2011) 125-133, doi:10.1016/jaap.2011.01.012
- [9] Yang, C. Q. & He, Q.: Textile heat release properties measured by microscale combustion calorimetry: Experimental repeatability, Fire and Materials, (2010), doi:10.1002/fam.1093
- [10] Grancarić, A.M. i sur.: Elektrokinetičko ponašanje tekstilnih vlakana, Polimeri, 23 (2002), 6; 121-128, ISSN 0351-1871
- [11] Soljačić, I., Pušić, T.: Čišćenje u vodi - mokro čišćenje, Tekstil, 53 (2004), 8, 392-398, ISSN 0492-5882
- [12] E!5785 izvješće za 3 i 4 kvartalno razdoblje 2011, prosinac 2011.

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 tehnologijo.

ADSORPCIJSKI IZOTERMNI MODELI ZA ODSTRANJIVANJE METALKOMPLEKSNOG BOJILA POMOĆU LOŽIŠNOG PEPELA

ADSORPTION ISOTHERM MODELS FOR METAL- COMPLEX DYE REMOVAL BY BOTTOM WASTE ASHES

Dragan DJORDJEVIĆ; Nebojša RISTIĆ; Miodrag SMELCEROVIĆ & Ivanka RISTIĆ

Sažetak: *Bojilo se može teško odstranjivati iz vodene otopine uobičajenim adsorbentima zbog svoje velike molekularne veličine. Odstranjivanje metalkompleksnih bojila iz vodenih otopina pomoću otpadnih ložišnih pepela proučavano je u jednodimenzionalnim sorpcijskim sustavima. Cilj ove studije bio je razumjevanje mehanizama koji upravljaju odstranjivanjem metalkompleksnih bojila i pronaći odgovarajući model za procesnu adsorpciju. Adsorpcijske ravnoteže bojila na ložišnom pepelu mogle bi se postići u roku od 60 min kod dotičnog optimuma pH na 20°C. Povećanje početne koncentracije bojila povećalo je kapacitet adsorpcije, ali nije povećalo učinak odstranjivanja. Ustanovljen je adsorpcijski kapacitet bojila od 346,02 mg/g za 2 g pepela. Langmuir model ne daje precizan opis eksperimentalnih podataka, dok Freundlichova jednačina pokazuje da ovaj model precizno opisuje adsorpciju.*

Abstract: *The dye is difficult to remove from an aqueous solution with common adsorbents due to its large molecular size. The removal of metal complex dyes from aqueous solutions by bottom waste ashes has been studied in single component sorption systems. The aim of this study was to understand the mechanisms that govern metal complex dyes removal and find a appropriate model for the process adsorption. Adsorption equilibriums of the dye on bottom ash could be reached within 60 min at respective optimum pH at 20°C. An increase in the initial dye concentration enhanced the adsorption capacity, but failed to increase the dye removal efficiency. The adsorption capacity for the dye was found to be 346.02 mg/g for 2 g of ashes. Langmuir model doesn't provide precise description of the experimental data, while Freundlich equation shows that this model describes precisely the adsorption.*

Cljučne riječi: *metalkompleksno bojilo, adsorpcija, pepeo, Langmuir model, Freundlich model*

Keywords: *metal-complex dye, adsorption, ash, Langmuir model, Freundlich model.*

1. Introduction

Adsorption, in the widest sense, signifies the changed concentration of some of the components on the boundary surface of phases of the heterogeneous system. Adsorption is induced gradually, which means that, on the boundary, the phase will adsorb those components which presence decreases the specific surface energy of the system.

It's the similar case also with the metal-complex dyes, with small amounts of the linked metal in the complex of a dye. By using modern processes of production, it is possible to guarantee that heavy metals goes into the waste waters just in traces which are below the toxic level in the mixed effluent from the dyehouse.

There is an exception, for e.g. in the case of chrome and copper-complex dyes. It's a common thought that the absorption from the solution towards the solid surface begins to evolve when dipoles or charged sorts or adsorbents and adsorbats inter-react mutually.

Also, exchange between anions and cations occurs when neutral molecules get close to each other enough. So, in a similar way we get the interaction between the dissolved organic components-dyes, solvent molecules-water and adsorbent surface – ashes [1].

This paper explores the Langmuir and Freundlich adsorption isotherm model and metal complex dyes - bottom ash systems. Based on these isotherms it is possible to determine the adsorption mechanism and ideal conditions for maximum removal of the waste dye from the solution by adsorption on the ashes.

2. Experimental part

As an absorbent, bottom ash from the city heating station was used attained by brown coal combustion. In the process of adsorption bysulphonic meta-complex dye, C.I. Acid Blue 193, purchased from textile factory (hereinafter Acid Blue).

The process of adsorption was carried out in the glass Erlenmeyer flasks into which an adsorbent in the solution of a dye, absorbat, was suspended. Erlenmeyer's were set on the agitator - shaker operating on 150 rpm on certain temperature and were kept for certain time. The amount of ash varied from 1 to 4 g, while the solution, in the constant amount of 100 cm³, comprised dyes of concentration, 10, 30, 50, 70, 100 mg/dm³. The time of processing, along with the constant mixing, was 5, 10, 20, 30, 45, 60 min, while the pH of the solution varied form 2 to 12, regulated by adding 1M of sulphuric acid solution or sodium hydroxide.

After the adsorption, solutions of dyes and ashes were filtrated through the filter paper. What follows is the determination of the solution adsorption on the spectrophotometer UV-VIS spectrophotometer (Cary 100 Conc UV-VIS, Varian) on 605 nm.

3. Results and Discussion

Diagrams from the Fig. 1 bring Langmuir adsorptive isotherms in different forms for the Acid Blue dye. It's evident that adsorptive curves are here smooth and continual as well, which brings about permeation at the different concentrations on the exterior interphase of the adsorbent material. From the diagram on the right side, Fig. 1, by using the ascent and the segment of the functional line attained by the fitting process, the values of the Langmuir constants Q_0 i b for the adsorption of Acid Blue dyes on ashes, are determined.

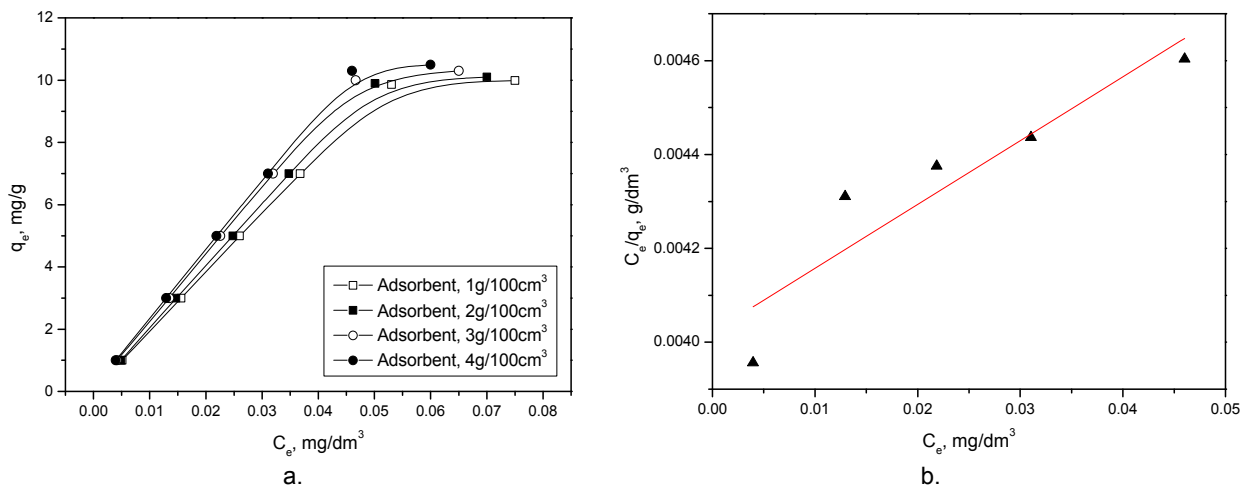


Figure 1: Langmuir adsorptive isotherms for systems Acid Blue dye -ashes

Table 1 shown results related to the coefficient of Langmuir isotherms for different variants of processing. Moreover, the values of the coefficient of determination R^2 are shown, for the Lanmuir's diagram $C_e/q_e - C_e$. The mentioned coefficient of determination was a relative measure of the representativity of the regression line or measure of the utility of the Langmuir model. In the cases where $R^2 = 1$, the conjunction is functional and linear, i.e., all the spots in the diagram of dispersion lie on the regression line [2].

For the Acid Blue dye, Langmuir model can be acceptable for lesser quantities of adsorbents, 1 and 2 g at the lower temperature ($R^2 > 0.9$), while is unacceptable for the greater adsorbent quantities and higher temperature.

The coefficients of the Langmuir model are very dependable on the quantity of adsorbent and temperature, in our case, the value Q_0 , went down with the temperature increase (20, 40, and 60 °C) or ash quantity (exception with 2 g of ash). So the capacity of the adsorption went down with the temperature increase, which implies that the dye adsorption is of the exothermic nature.

It is widely known that the temperature plays a significant role due to the adsorption, mainly showing the negative effect on the adsorbed quantity. Temperature can affect several aspects of the adsorption: (i) the solubility of dyes, (ii) the swelling capacity of the adsorbent, and (iii) the position of equilibrium in relation to the exothermal adsorption phenomena [3]. In our case, the first and third aspect may be the explanation for the events in the system of applied dye- ashes.

The values of other Langmuir constant, b, grow continuously with increasing temperature and amount of ash (except for 2 g ash). The explanation should be sought in the existence of irregular distribution of energy for

different surface groups with different levels of activation energy for a range of adsorption reactions. Also, it may be the fact that the parameter b - energy (speed) adsorption can be correlated with the variation of surface and porosity of the adsorbent [4].

Table 1: Langmuir coefficient for Acid Blue dye at the adsorption at different temperatures

Adsorbent quantity, g	Adsorption temperature, °C								
	20			40			60		
	Q_0 (mg/g)	b (dm ³ /mg)	R^2	Q_0 (mg/g)	b (dm ³ /mg)	R^2	Q_0 (mg/g)	b (dm ³ /mg)	R^2
1	275.48	0.71	0.95	96.899	2.16	0.67	61.16	3.71	0.64
2	346.02	0.593	0.91	143.68	1.50	0.94	74.79	3.14	0.83
3	103.31	2.272	0.78	58.41	4.39	0.71	41.08	6.88	0.68
4	73.58	3.380	0.86	55.62	4.74	0.89	39.86	7.29	0.82

The characteristics of the Langmuir isotherm can be expressed also with the non-dimensional constant, with the balancing parameter R_L . The results of this parameter are shown of the Table 2. The value R_L shows if the isotherm is inauspicious ($R_L > 1$), linear ($R_L = 1$), proper ($0 < R_L < 1$) or irreversible ($R_L = 0$). From the values for b (Table 2) and the highest starting dye concentration (100 mg/dm³) follows that R_L lies between 0 and 1, i.e. adsorption is appropriate for all the adsorbents used. Higher adsorbent quantities and higher temperature associates the continual fall of this constant (exception with 2 g adsorbent), by getting closer to zero, i.e., to the situation where isotherm is irreversible.

Table 2: Balancing parameter R_L for Acid Blue dye during the adsorption at different

Adsorbent quantity, g	Adsorption temperature, °C					
	20		40		60	
	b (dm ³ /mg)	R_L	b (dm ³ /mg)	R_L	b (dm ³ /mg)	R_L
1	0.71	0.01391	2.16	0.00461	3.71	0.00269
2	0.59	0.01657	1.50	0.00661	3.14	0.00318
3	2.27	0.00438	4.39	0.00227	6.87	0.00145
4	3.38	0.00295	4.74	0.00210	7.29	0.00137

In contrast to Langmuir isotherm, Freundlich model does not assume a homogeneous energy or place or limited levels of sorption. This model, as the earliest known empirical equation is consistent with exponential distribution of active centers, characteristic of heterogeneous surfaces.

Diagram in Fig. 2 represents the Freundlich model for adsorption of the adsorbent Acid Blue dye. Noticeable is the high functionality of variables, which was not the case with the Langmuir model.

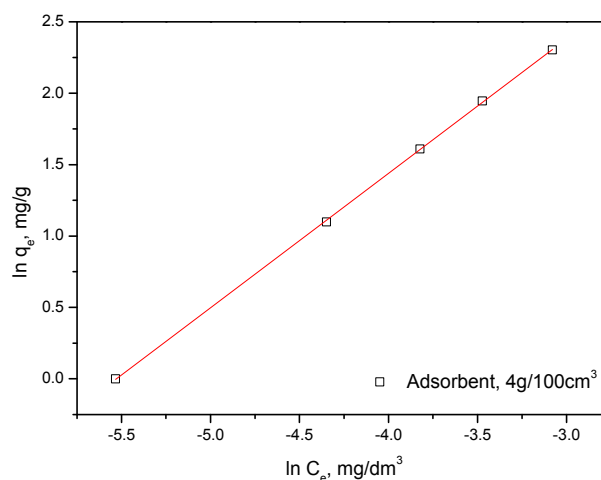


Figure 2: Freundlich adsorption isotherm for the system Acid Blue dye - adsorbent

K_F , one of the Freundlich constant is used as a capacity measure of the adsorption. Higher values indicate higher adsorption capacity. From the Table 3, all the measured values K_F showed easy absorbing capabilities of an metalcomplex dye with the great adsorption capacity of the applied adsorbent but with

significant differences in comparison to temperature. K_F values are decreased with an temperature decrease and adsorbent quantity decrease, with several exceptions.

Table 3: Freundlich coefficient for Acid Blue dye as the adsorption at different temperatures

Adsorbent quantity, g	Adsorption temperature, °C								
	20			40			60		
	n	K_F	R^2	n	K_F	R^2	n	K_F	R^2
1	1.02	181.51	0.999	1.05	164.03	0.999	1.08	151.99	0.999
2	1.01	193.69	0.999	1.03	187.33	0.999	1.06	172.89	0.999
3	1.04	187.82	0.999	1.09	168.89	0.999	1.13	151.85	0.998
4	1.06	182.28	0.999	1.08	174.40	0.999	1.12	156.93	0.999

The second Freundlich constant n, is an empirical parameter which is changed with the heterogeneous level indicating the level of non-linearity between the capacity of dye absorption and the concentration of the unadsorbed dye.

The Table 3, affirms that n bigger than 1 in all the cases, i.e. $1/n < 1$, which implies that Acid Blue dye is well adsorbed on the adsorbent on all the inquired conditions. This parameter grows with the temperature increase and the adsorbent quantity except with the adsorbent quantity of 2 g where it achieves the lowest value at the given temperature. It's shown that higher K_F values are associated with lesser n parameter values. In other words, higher adsorption capacity is associated with lesser adsorption intensity of the same experimental conditions.

4. Conclusion

Based on these results, we can say that the ashes of district heating efficient adsorbent for removing metalcomplex dye from aqueous solutions with a reasonable tendency to use in industrial environments. By the characterization of other, similar in nature, solid waste materials, can help in clarifying the interaction adsorbate - adsorbent, which leads to greater efficiency and optimization of the adsorption, as an environmentally very acceptable procedure.

On the basis of experimental results can be drawn the following conclusions:

- The typical illustrations obtained from Langmuir equation shows that this model does not provide a sufficiently precise description of experimental data: the coefficient of determination in all cases ranged between 0.64 to 0.95.
- The typical views obtained from Freundlich equation shows that this model provides a sufficiently precise description of experimental data: the coefficient of determination in all cases was around 0.99.

References

- [1] Pala, A. & Tokat, E.: Color removal from cotton textile industry wastewater in an activated sludge system with various additives, *Water Research*, 36 (2002) 2920-2925, ISSN: 0043-1354
- [2] Aksu, Z.; Tatli, A. & Tunc, O.: A comparative adsorption/biosorption study of Acid Blue 161: Effect of temperature on equilibrium and kinetic parameters, *Chemical Engineering Journal*, 142 (2008) 23-39, ISSN: 1385-8947
- [3] Ali, N.; Hameed, A. & Ahmed S.: Physicochemical characterization and Bioremediation perspective of textile effluent, dyes and metals by indigenous Bacteria, *Journal of Hazardous Materials*, 164 (2009) 322-328, ISSN: 0304-3894
- [4] Amin, N. K.: Removal of reactive dye from aqueous solutions by adsorption onto activated carbons prepared from sugarcane bagasse pith, *Desalination*, 223 (2008) 152-161, ISSN: 0011-9164

Acknowledgement

This work was supported by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia, under the project TR 34020.

JEFTINO ODSTRANJIVANJE METALKOMPLEKSNOG BOJILA IZ VODENE OTOPINE POMOĆU LOŽIŠNOG PEPELA

LOW COST REMOVAL OF METAL-COMPLEX DYE FROM AQUEOUS SOLUTION USING BOTTOM ASH

Dragan DJORDJEVIĆ; Aleksandar TRAJKOVIĆ; Biljana STAKOVIĆ & Miodrag
SMELCEROVIĆ

Sažetak: U praksi je ispitana primjena jeftinog adsorbenta - ložišnog pepela za odstranjivanje otpadnog tekstilnog metalkompleksnog bojila nakon bojadisanja vune. Ispitan je učinak količine ložišnog pepela, početnih koncentracija bojila, pH, temperature i kontaktnog vremena adsorpcije. Manje razlike u adsorpciji bojila u funkciji pH otopine podrazumijevaju da ovaj parametar nije od bitne važnosti za adsorpciju. Duže vrijeme kontakta znači veće količine bojila na pepelu, tj. s trajanjem procesa adsorpcije, koncentracija bojila u otopini se smanjuje. Postotak odstranjenog bojila se povećava kod povećanja početne koncentracije bojila u otopini, ali stvarna količina adsorbiranih bojila se povećava kod povećanja koncentracije bojila. Povećanje adsorpcije bojila temperaturom može se pripisati povećanom broju površinskih lokacija, povećanju poroznosti i ukupnoj kubaturi pora adsorbenta. Očit je kontinuitet rasta količine odstranjenog bojila s masom adsorbenta.

Abstract: In practice, the application of a low cost adsorbent was investigated – bottom ashes for removal of a waste metal-complex textile dye after dyeing of wool. The effect of the amount of bottom ashes was inquired, starting concentrations of dye, pH, temperature and the contact time of the adsorption. Minor differences in the adsorption of a dye in the function of pH solution imply that this parameter is not of crucial importance for the adsorption. Longer duration of a contact means greater amounts of a dye on ashes, i.e. with duration of the process of adsorption, the concentration of a dye in the solution goes down. The percentage of a removed dye is decreased with the increase of the starting concentration of a dye in the solution, but genuine amount of adsorbed dyes goes up with an increase of the concentration of a dye. The enhancement of an adsorption of dyes by temperature can be assigned to an increased number of the surface locations, an increase of the porosity and the overall cubage of the pores of the adsorbent. Evident is the continuity of the growth of the amount of the removed dye with the mass of the adsorbent.

Ključne riječi: metalkompleksno bojilo, adsorpcija, pepeo, SEM, rendgenski lom svjetla, rendgenska difrakcija

Keywords: metal-complex dye, adsorption, ash, SEM, X-ray diffraction.

1. Introduction

Adsorption is widely accepted, nowadays, as an effective method of purifying and processing of waste waters. The removal of dyes with various adsorbents is a topic of several new research works. The waste agronomical materials such as the core of sugar cane, cutting chips of wood, pine cortex, corn clip, rice chaffs, rice crust, fibres of coconut crust, walnut crust, crust of soy and cotton seed were analyzed for their adsorption characteristics and it was reported that these materials adsorb different pollutants such as dyes and the other [1-4].

The applied dye has a metal atom in the structure and several sulfo groups, which are easily ionized in the solution. It can be said that we are talking about ionized compounds, i.e., we deal with anionic dyes.

The work deals with the proceedings of the absorption of metal-complex dye on bottom ashes and can represent the model for decolourization - purifying of the dyed waste waters after wool dyeing process, by the help of a cheap adsorbent, which by its own represents the waste material. The aim is acquiring an undyed influent, observed visually, and which could be released out in the environment. A dye that is relatively frequently used for dyeing of natural protein fibers of textile materials is used, in darker tints on purpose taking into account that the hue of the waste water is visually detectable, on one hand and the fact that the darker tints are harder to remove, from the lighter tints, on the other hand.

2. Experimental part

2.1 Materials

As an absorbent, bottom ash from the city heating station was used attained by brown coal combustion. After collecting and draining, a sifting was carried out scaling its particles to 0.5 mm. Raw ash is overwhelmingly rinsed with distilled water, drained in air, again sifted and used in experiment.

In the process of adsorption bysulphonic meta-complex dye, C.I. Acid Blue 193, purchased from textile factory (hereinafter Acid Blue).

2.2 Adsorption procedure

The process of adsorption was carried out in the glass Erlenmeyer flasks into which an adsorbent in the solution of a dye, absorbat, was suspended. Erlenmeyers were set on the agitator - shaker operating on 150 rpm on certain temperature and were kept for certain time. The amount of ash varied from 1 to 4 g, while the solution, in the constant amount of 100 cm³, comprised dyes of concentration, 10, 30, 50, 70, 100 mg/dm³. The time of processing, along with the constant mixing, was 5, 10, 20, 30, 45, 60 min, while the pH of the solution varied form 2 to 12, regulated by adding 1M of sulphuric acid solution or sodium hydroxide.

After the adsorption, solutions of dyes and ashes were filtrated through the filter paper. What follows is the determination of the solution adsorption on the spectrophotometer UV-VIS spectrophotometer (Cary 100 Conc UV-VIS, Varian) on 605 nm.

SEM measurements were carried out on the device VEGA TS 5130mm (Tescan) by using the detector for secondary electrons. The used ashes are a relatively fine-diffused material with heterogeneous particles, dismembered shape and form which are derived from the agglomerate of certain minerals, generally below 5 μm in size. Micrograph from the Fig. 1a gives the view with the amplification of 1000 times.

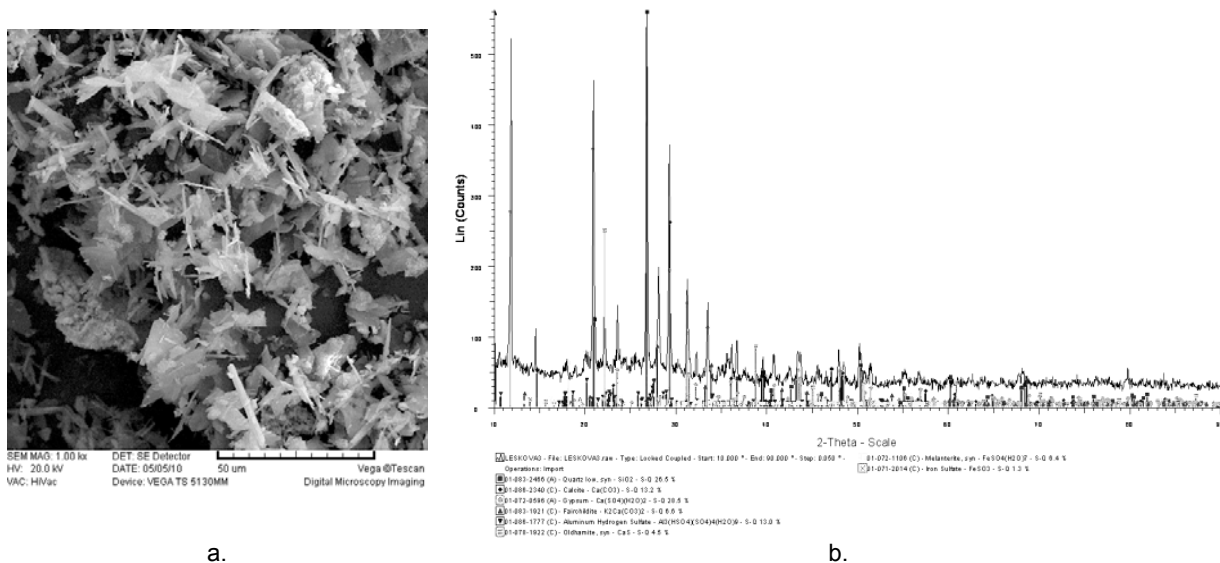


Figure 1: Micrograph (a.) and X-ray diffraction analyses of applied ashes (b.)

Diffractonal measurements were carried out on diffractometer BRUKER D8 Advance. The tapes of the spectra-x rays of adsorbents, Fig. 1b. reveal the presence of minerals, mainly plaster and quartz dominate, calcite and aluminum hydrogen sulphat follow, and at the end, with participation of fewer than 10 % come fairchildite, melanterite, oldhamite, and ferro-sulphat. As the calcium and silica compounds (sulfate and oxide) are present in a greater part (together over 50 %) and as it is known that these elements are more stable in the compounds of silica that as oxides, we draw the conclusion that combustion was not at high temperatures.

3. Results and Discussion

It's familiar that ash surface gets the positive charge by adsorbing the hydrogen ion (H⁺) after soaking into the water. In the case of low pH and increased concentration H⁺ ion in the system, ash surface intensively gets the positive charge. In our case, maximum adsorptions are noticeable at pH 2-3 for Acid Blue dye

solutions, i.e., in a highly acid medium, Fig. 2a. However, it should be stated that the adsorption is present also in an alkali medium in a certainly lower level. So, an increase or decrease of dye-removal percentage in dependence on pH solution should be observed in the light of change in dye structure, and ash-surface status, as well.

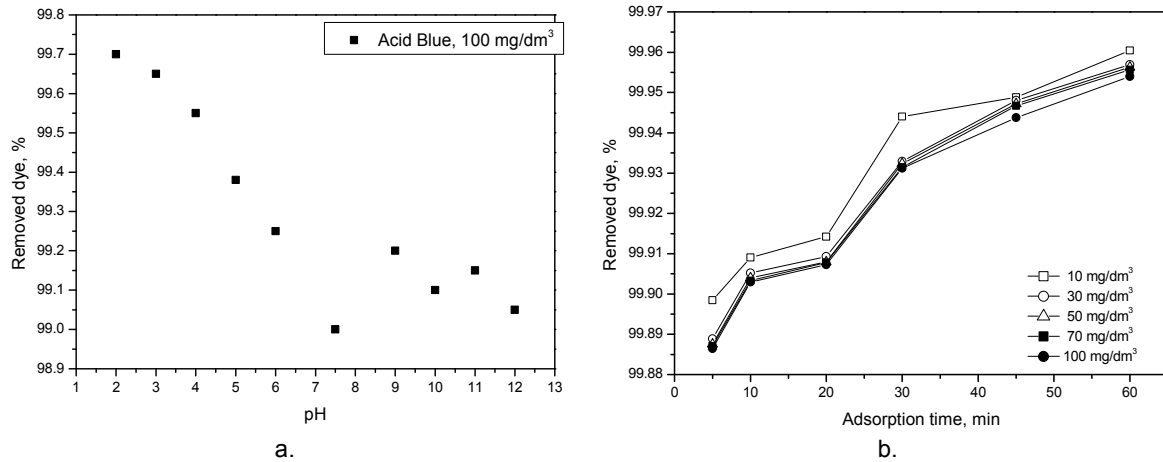


Figure 2: Percentage of the removed Acid Blue dye in the acid and alkali solution medium (a.) Influence of the adsorption time on the amount of Acid Blue dye removal (b.)

The influence of the contact duration on adsorption, i.e., the change of the adsorbed quantity of adsorbats on the adsorbent, during the time for various starting concentrations of Acid Blue dye, are shown on a diagram, Fig. 2b. Based on the results from the mentioned diagram one can affirm the fact that the amount of dye adsorbed on ashes increases during the time, i.e. with the process duration, we have a decrease of the dye concentration in the solution. Linear parts of the curve express the diffusion in the surface layer, while the parts of the plateau on the curve correspond to the diffusion in the pores.

Fig. 3a brings the dependences of the starting concentrations of a dye on the duration of the process of adsorption on ashes of the greatest mass (for smaller mass diagram shapes are very similar and not shown). It's evident in every case, that with the process duration, decreased concentration of dye in the solution is reported. This is expected and is intensified with the higher starting-dye concentrations. Also, dye quantities which remain after the 60-min-period (equilibrium time) are bigger with the higher starting concentrations.

The results of the change of the adsorbed amount of adsorbats on the adsorbents during the time, for different starting concentrations of both dyes and different amounts of ashes, are shown with the diagram on the Fig. 3b. Continuity of the changing in time is present i.e., longer time bears significantly greater amount of the adsorbed dye by the unit of the mass of the adsorbent. Also at the highest applicable dye concentrations occurs the highest adsorption.

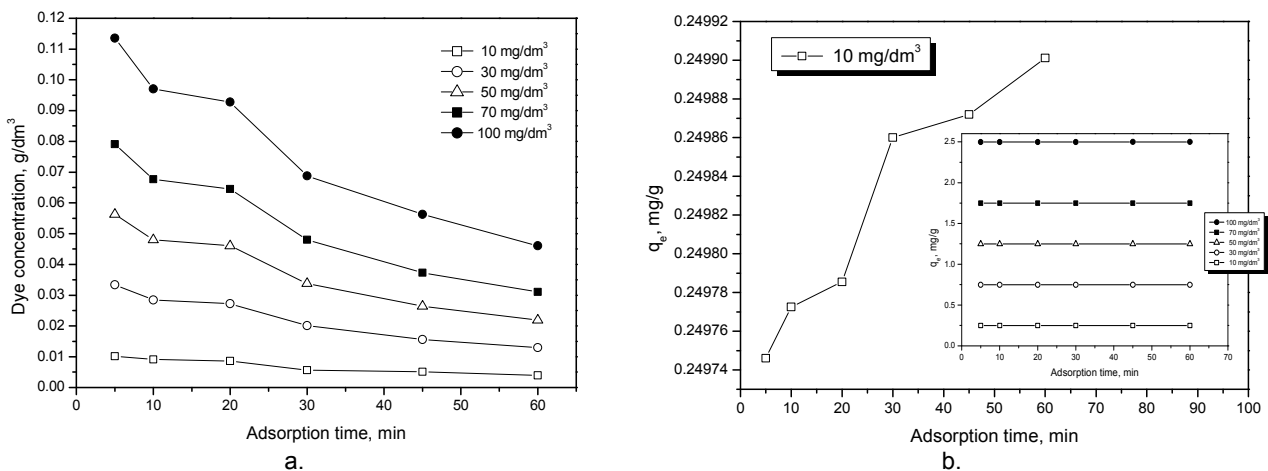


Figure 3: Change in the Acid Blue dye amount in the process of adsorption (a.) Adsorbed quantity of adsorbent during the time for different starting Acid Blue dyes concentrations (b.)

Temperature effect on the quantity if the adsorbed dye by the unit of ash mass was inquired in the temperature scale from 20-60°C at the changing starting concentrations of dye, Fig.4. The diagram on this figure brings the result for the maximal starting concentration of dye and the smallest quantity of ash, 1g. The

results for the other applied dye concentrations and adsorbent quantity were not shown because there were not bigger visual variations. It was deduced that higher temperature simplifies dye removal with adsorption on an adsorbent.

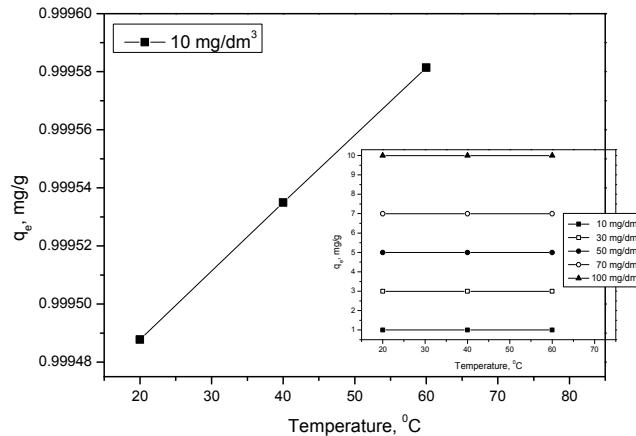


Figure 4: Temperature effect on the quantity of the adsorbed Acid Blue dye by the unit of ash mass for the lowest starting concentration (treatment of 60 min)

4. Conclusion

On the basis of experimental results can be drawn the following conclusions:

- Very small differences in dye adsorption in function of pH indicate that this parameter is of no significant importance for the adsorption of the applied paint, i.e. ash adsorbed molecules dyes mostly links physical character.
- The longer the contact time means greater amount of the dye in the ashes, that is the duration of the adsorption decreases dye concentration in solution.
- The percentage of the removed dye is reduced with increasing dye concentration in solution, but the actual amount of dye adsorbed increases by increasing the concentration of dye.
- The minor changes of the adsorption dye gain with temperature can be attributed to the increase in the number of active surface locations that are available for adsorption of the adsorbent, increasing porosity and total pore volume of adsorbent.
- The amount of paint removed continuously increases with the mass of adsorbent.

References

- [1] Wang, J. C. et al: Adsorption Characteristics of Dye onto Sludge Particulates, *Journal of Colloid and Interface Science*, 2 (1998) 518 – 528, ISSN: 0021-9797
- [2] Gharaibeh, S. H. et al: Effluent treatment of industrial wastewater using processed solid residue of olive mill products and commercial activated carbon, *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 4 (1998) 291 – 298, ISSN: 0268-2575
- [3] Sun, D. et al: Adsorption of anionic dyes from aqueous solution on fly ash, *Journal of Hazardous Materials*, 1-3 (2010) 335-342 ISSN: 0304-3894
- [4] Monti, A. et al: Mineral composition and ash content of six major energy crops, *Biomass and Bioenergy*, 3 (2008) 216-223, ISSN: 0961-9534

Acknowledgement

This work was supported by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia, under the project TR 33034.

PREĐA POLIAMIDA 6.6 FUNKCIONALIZIRANA N-ALILIMINODIOCTENOM KISELINOM

POLYAMIDE 6.6 YARNS FUNCTIONALIZED WITH N-ALLYLIMINODIACETIC ACID

Ana Marija GRANCARIĆ; Mehdi EL BOUCHTI; Omar CHERKAOUI; Hassan HANNACHE
 & Lea BOTTERI

Sažetak: Polyamide 6.6, multifilament cijepljen je s N-aliliminodioctenom kiselinom u svrhu uklanjanja teških metala iz vodenih otopina, stvarajući metalne kelate s ionima Cd^{2+} i Pb^{2+} . Tako nastale kelatne strukture uspješno su upotrijebljene zbog svoje velike površine, koja sadrži važne funkcionalne grupe za tvorbu metalnih kelata, gdje se metalni ioni adsorbiraju ili desorbiraju, što poboljšava sposobnost adsorpcije odnosno desorpcije. U prethodnom radu metodom ATR-IR praćeno je poboljšanje postupka cijepjenja PA 6.6. Ovaj rad razmatra spektrofotometrijske promjene cijepljenog PA 6.6, u UV i VIS spektru mjerenjem UVA i UVB transmisije, te remisije vidljivog spektra. Dobivene niske propusnosti UVB zračenja značajno su utjecale na visoke srednje vrijednosti ultraljubičastog zaštitnog faktora (UPF).

Tako cijepljeno poliamidno vlakno može se, osim navedenog, koristiti i za visoku zaštitu od ultra ljubičastog zračenja. Budući da je cijepljeni PA 6.6 žučkastog tona, u radu će se razmatrati promjene stupnja bjeline i indeksa požućenja. Osim toga, izvršit će se termogravimetrijska analiza PA 6.6.

Abstract: Polyamide 6.6 multifilament is grafted with N-allyliminodiacetic acid for the purpose of removal of some heavy metal ions from their aqueous solutions, by forming its metal chelate especially with Cd^{2+} and Pb^{2+} ions. Such fibrous chelate-forming resin has been used with success to its large surface area, containing important a metal chelate-forming functional group, where metal ions are adsorbed or desorbed, on its surface, and therefore has an improved adsorption and desorption capability.

In previous work of grafting a polyamide was characterized by ATR-IR. As directed towards kinetic studies it had been found to follow the first order reversible kinetic model.

This paper discusses the spectrometric changes of grafted PA6.6, in UV and VIS spectrum by measuring UVA and UVB transmittance radiation and reflectance of visible spectrum. Based on the low transmittance of UVB radiation it is important to point out that obtained mean value of Ultraviolet Protection Factor (UPF) is mainly for the reason of low transmittance of more dangerous UVB radiation. Such modification of polyamide fibers can be used for strong UV protection in wide range of applications. As yellowish grafted polyamide, the changes of Whiteness Degree and Yellowness Index by this modification will be discussed to, additionally, for water intake capacity and thermal stability. For grafted polyamide, the thermo gravimetric analysis (TGA) was carried out.

Ključne riječi: poliamid 6.6, N-aliliminodioctena kiselina, UPF, stupanj bjeline, indeks požućenja, termogravimetrijska analiza

Keywords: Polyamide 6.6, N-allyliminodiacetic, UPF, Whiteness Degree, Yellowness Index, thermo gravimetric analysis

1. Introduction

A variety of harmful heavy metal ions are contained in some industrial waste water and must be removed by waste water treatment as much as possible in view of the prevention of environmental pollution. Since many of such heavy metal ions can be effectively used, for example, as useful metals, it serves as a double purpose to separate, recover and use them effectively as secondary resources. Ion exchange resins have been widely used for removing harmful heavy metal ions and for capturing useful metal ions contained in, for example, water before or after use. However, the ion exchange resins cannot always have sufficient effects of selectively adsorbing metal ions at low concentration [1-4]. However, since most of the chelate-forming resins are bead like resins having a rigid three dimensional crosslinked structure formed by action of a crosslinking agent such as divinylbenzene and are hydrophobic, a rate of diffusion of metal ions or regenerates into the resins is slow [5,6].

The main objective of this work is to use an easy, efficient and safe process to produce a metal chelate forming fiber named Polyamide 6.6 functionalized with N-allyliminodiacetic acid, that have the ability to capture easily and selectively harmful heavy metal ions (cadmium and lead) from their aqueous solutions, more over can be produced at low cost.

In this paper, whiteness and protection from ultra violet radiation is studied. UV radiation (UV-R) can be divided into UV-A, UV-B and UV-C radiation. UV-C radiation gets absorbed by atmosphere, but diminishing of the ozone layer results with the reaching of UV-B and UV-A rays on the Earth's surface. [7-9]. Materials provide some UV protection. It can reflect, absorb and scatter solar wavelengths, but in the most cases it does not provide full sun screening properties. This protection, among other large number of factors such are type of fiber, porosity, density, moisture content, type and concentration of dye and FWA in the case of white textiles, and on UV-B protective agents, if applied [7-12], highly depends on fabric surface and construction.

2. Experimental

2.1 Materials

Polyamide 6.6 yarns multifilament used through this work is manufactured by Du Pont de Nemours and textured by Mediterranean society in Tunisia. The initiator employed in this study is benzoyl peroxide (Aldrich). Chemicals used in synthesis of the grafting monomer N-allyliminodiacetic acid including iminodiacetic acid (IDA) from (Fluka) and allyl bromide (Aldrich). Benzoyl peroxide, employed as initiator, was purified by chloroform as solvent and precipitated by adding twice its volume of methanol [13,14].

2.2 Synthesis and characterization of Allyl-IDA (ALD)

The grafting monomer Allyl-IDA was synthesized according to Figure 1. The aqueous phase acidified to pH 3.5 is then concentrated. The resulting solid was recrystallized from acid acetic 100%. Yielding was 70%.

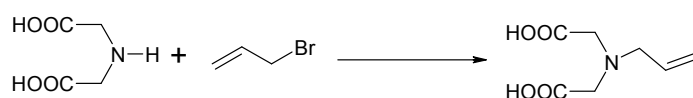


Figure 1: Synthesis of N-allyliminodiacetic acid (ALD)

2.3 Grafting Procedure

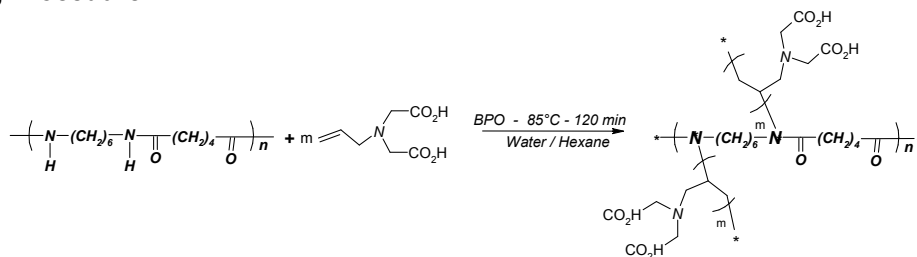


Figure 2: The grafting of polyamide 6.6 yarns with N-allyliminodiacetic acid

The grafting of polyamide fibers with ALD, was realized by following reaction, Figure 2. Polyamide yarns (0.25g) were introduced into a three necked flask containing 2.78g (0.016 mol) of ALD in 50 ml of mixture of distilled water/Hexane (70/30 v/v). The solution was deaerated by passing pure nitrogen gas for 1 hour. The polymerization was initiated by the addition of 0.072g (0.3 mmol) of benzoyl peroxide. The flask was immediately placed in a thermostated oil bath at 85°C for 2 hours. The time of adding the initiator was taken as the starting time for the reaction. The grafted yarns obtained were purified by extraction of untreated monomers and homopolymers with boiled water. After extraction, the grafted polyamide yarns were dried at 60°C for 12 hours.

2.4 Thermogravimetric analysis

Thermo gravimetric analysis (TGA VersaTherm) of grafted samples were carried out to evaluate its water intake capacity and to find out its thermal stability. Experimentation was done from 25 to 1000°C under nitrogen atmosphere at heating rate of 10°C/min. In each case, the mass of sample was fixed at 0.1g.

2.5 Whiteness degree and UPF values

Remission spectrophotometer SF 600 PLUS CT (Datacolor) was used for measuring Whiteness and Yellowing Index according to DIN 6167 Description of yellowing of practically white or practically colourless materials.

UV-A and UV-B transmissions were measured on transmission spectrophotometer Cary 50 Solarscreen (Varian) according to AATCC Test Method 183-2000 Transmittance or Blocking of Erythemally Weighted Ultraviolet Radiation through Fabrics. On the base of these values Ultraviolet protection factor (UPF) was calculated according to:

$$UPF = \frac{\sum_{280}^{400} E(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{280}^{400} E(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot \Delta\lambda}$$

Where:

$E(\lambda)$ = relative erythemal spectral effectiveness

$S(\lambda)$ = solar spectral irradiation [$W\ m^{-2}\ nm^{-1}$]

$\tau(\lambda)$ = average spectral transmittance through specimen

$\Delta\lambda$ = measured wavelength interval [nm]

Ultraviolet protection factor, UPF values indicate the ability of fabrics to protect the skin against sun burning. It indicates how much longer a person can stay in the sun with the fabric covering the skin as compared with the uncovered skin to obtain same erythemal response.

3. Results and discussion

Iminodiacetic acid works as tridentate chelatin species in complexation reactions. The grafting monomer Allyl-IDA was synthesized and grafted on polyamide fibers as yarn. The grafting efficiency is determined by the relation:

$$\text{Degree of grafting} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100$$

Where W_0 is the weight of the PA 6.6 before grafting and W is the weight of the PA 6.6 after grafting. The degree of grafting expresses the change in mass of the sample before and after grafting. This increase in mass is due to the grafted polymer.

Thermogravimetric analysis (TGA) (Fig.3) of polyamide-IDA shows a mass loss of 91% from 350°C to 550°C while the ungrafted polyamide shows a mass loss of 94.2% between 330-554°C .

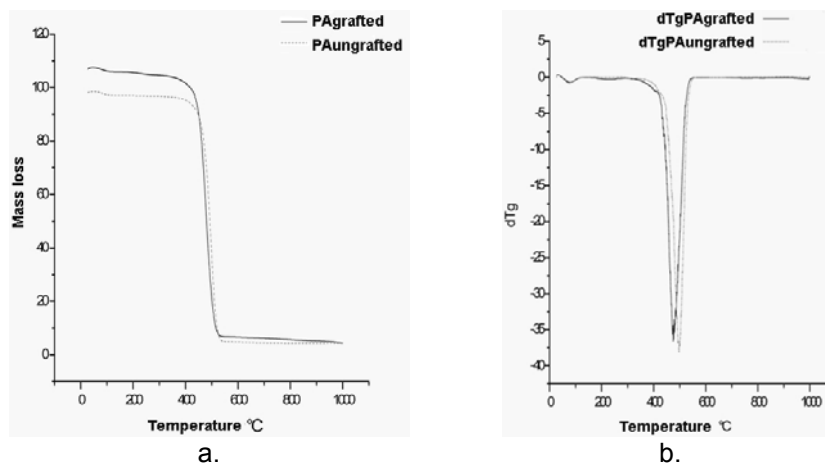


Figure 3: Thermograms of ungrafted (a) and grafted(b) Polyamide 6.6

As it can be seen in attached Table 2 that UPF of grafted PA is much higher for a reason of lower UVB transmission what is important to take into consideration. This part of UV radiation (280-320nm), although make up only a small fraction (about 10%) of total UV radiation, they can cause acute and cronic reactions and skin damage. Grafted samples look yellowish what is confirmed in Table 1, where whiteness degrees of grafted PA are much more lower especially when used CIE whiteness calculation. In this case Yellowing Index is much more higher, what is expected.

Table 1: Whiteness (W) degree and Yellowness index (YI) of ungrafted and grafted PA yarns

Sample	W _{Berger}	W _{Taube}	W _{Hunter}	W _{Stensby}	W _{CIE}	YI
PA _{ungrafted}	50,16	49,44	70,26	69,62	48,26	1,34
PA _{grafted}	46,6	24,52	53,85	52,36	16,8	17,03

Table 2: Results of the medium transmission values of UVA and UVB spectrum, remission at $\lambda = 440\text{nm}$ and UPF values for PA materials

Sample	T [%] UVA	T [%] UVB	R [%] $\lambda=440\text{nm}$	UPF
PA _{ungrafted}	0,317	0,024	51,37	1588
PA _{grafted}	0,654	0,019	47,14	2471

4. CONCLUSION

A metal chelate forming fiber named Polyamide 6.6 functionalized with N-allyiminodiacetic acid, that have the ability to capture easily and selectively harmful heavy metal ions (cadmium and lead) from their aqueous solutions, more over can be produced at low cost. This fiber has been identified as potentially and efficient materials for use in the treatment of water contaminated with selected heavy metals.

This paper confirmed that grafted PA 6.6 shows much more lower UVB transmission than ungrafted one what is important to take into consideration. Additionally, as yellowness, whiteness degrees of grafted PA are much more lower.

References

- [1] Misra, R. K. , Jain, S.K., Khatri, P.K.: Iminodiacetic acid functionalized cation exchange resin for adsorptive removal of Cr(VI), Cd(II), Ni(II) and Pb(II) from their aqueous solutions, *Journal of hazardous materials*, 185 (2011), 2-3, 1508-1512, ISSN 0304-3894
- [2] Rafati, L. at al.: Removal of chromium (VI) from aqueous solutions using Lewatit FO36 nano ion exchange resin, *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 7 (2010), 1, 147-156, ISSN 1735-1472
- [3] Seader, J. D., Henley, E.J.: *Separation Process Principles*, John Wiley & Sons Inc, ISBN 9780471464808, New York, USA, (1998)
- [4] Gelbard, G., Louisandre, O., Cherkaoui, O.: Reductions with polymer supported dithionite anions: Regioselectivity in conjugated systems, *React. Polym.*, 15 (1991) 111-119, ISSN 0923-1137
- [5] Mary P., Mc, Laurence AB.: Spectroscopic analysis of transition-metal coordination complexes based on poly(4-vinylpyridine) and dichlorotricarbonylruthenium(II), *Polymer*, 40 (1999) 2889-902 ISSN 0032-3861
- [6] Wang, C. C., Chen, CY., :Detection of lead ion binding on bifunctional chelating/ion-exchange resins by cross-polarization/magic-angle spinning solid-state nuclear magnetic resonance, *J. Appl. Polym. Sci*, 85 (2002), 5, 919-928, ISSN 1097-4628
- [7] Reinert G. et al., *UV Protecting Properties of Textile Fabrics and their Improvement*, *Textile Chemist and Colorist*, 29 (1997), 12, 36-43, ISSN 1526-2847
- [8] Menter, J. M. and Hatch, K. L.: *Clothing as Solar Radiation Protection*, *Current Problems in Dermatology*, 31, (2003), 51-63, ISSN 1421-5721
- [9] Gies, P.H. et al.: *Ultraviolet Radiation Protection Factor for Clothing*, *Health Physics*, 67 (1994), 2, 131-139, ISSN 1538-5159
- [10] Algaba I., Riva A. and Crews P. C.: Influence of Fiber Type and Fabric Porosity on the UPF of Summer Fabrics, *AATCC Review*, 4 (2004), 2, 26 –31, ISSN 1532-8813
- [11] Grancaric, A. M. et al.: UV Protection of Pretreated Cotton - Influence of FWA's Fluorescence, *AATCC Review*, 6 (2006), 4 40-46, ISSN 1532-8813
- [12] Grancaric, A. M., Tarbuk, A., Sadikovic, M.: Nanoparticles of Zeolite in the Future Textile Finishing, *Book of Proceedings of „Futurotextiles“ Conference*, Končar, V. , Mercier, D., Plouvier, G. (ur.), 147-153, ISBN 1-58603-599, Lille, Nov 2006, ENSAIT, Roubaix (2006)
- [13] Carbajal, M.L., Smolko, EE, Grasselli M.: Oriented immobilization of proteins on grafted porous polymers, *Nucl Instrum Methods* 208 (2003), 416-423 ISSN 0168-9002
- [14] Wang, P.H, Pan, CY.: Polymer metal composite microspheres preparation and characterization of poly(St-co-AN)Ni microspheres. *Eur. Polym. J.* 36 (2000) 2297-2303 ISSN 0014-3057

UTJECAJ DISPERGIRANOSTI PUNILA NA TOPLINSKA SVOJSTVA HIPS/EVA POLIMERNIH KOMPOZITA

EFFECT OF FILLERS DISPERSION ON THERMAL PROPERTIES OF HIPS/EVA POLYMER COMPOSITES

Zvonimir KATANČIĆ; Zlata HRNJAK-MURGIĆ; Anita PTIČEK SIROČIĆ; Ljerka
 KRATOFIL KREHULA & Jasenka JELENČIĆ

Sažetak: U svrhu ispitivanja utjecaja udjela i raspodjele punila u polimernoj matrici na toplinska svojstva HIPS/EVA kompozita (polistiren visoke gustoće/etilen-vinil-acetat), pripremljeni su kompoziti na dvopužnom ekstruderu. Uzorcima je dodano mikropunilo aluminijev hidroksid i nanopunilo silika. Toplinska svojstva dobivenih kompozita određena su termogravimetrijskom analizom (TGA) gdje su određene temperature početka razgradnje (T_{90}), temperature maksimalne brzine razgradnje (T_{max}) te ugljenizirani ostatak. Morfologija pripremljenih kompozita određena je skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM). Rezultati su pokazali da uzorci pripremljeni s nižim udjelom nanopunila imaju bolju toplinsku postojanost od uzoraka s većim udjelom kod kojih dolazi do agregiranja čestica. Nadalje, površina kompozita pripremljenih s aluminijevim hidroksidom je gruba i stvara zasebne domene zbog nastajanja agregata, što je posljedica slabe povezanosti punila s polimernom matricom. Disperzija nanopunila je homogenija u odnosu na disperziju mikropunila, a to je posebno vidljivo kod nižih koncentracija nanopunila, dok je kod uzoraka s većim udjelom nanopunila primijećena pojava agregata.

Abstract: In order to investigate the effect of the loading and dispersion of filler in a polymer matrix on the thermal properties of HIPS / EVA composite (high-density polystyrene / ethylene-vinyl acetate) composites were prepared by the twin-screw extruder. Aluminum hydroxide was added as microfiller while silica was added as nanofiller. Thermal stability of the obtained composites was characterized by thermogravimetric analysis (TGA), where initial decomposition temperature (T_{90}), temperature of maximum decomposition rate (T_{max}) and char were determined. Morphology of prepared composites was determined by scanning electron microscopy (SEM). The results showed that samples prepared with a lower loading of nanofiller have higher thermal stability than the samples with higher loadings where partial aggregation of particles occurs. Furthermore, the composite surface prepared with aluminum hydroxide is rough and creates a separate domain due to the formation of aggregates as a result of the weak interactions of filler and the polymer matrix. Nanofiller dispersion is more homogeneous when compared to dispersion of microfiller, especially at lower concentrations.

Ključne riječi: polimerni kompoziti, toplinska svojstva, dispergiranje punila, termogravimetrijska analiza, skenirajući elektronski mikroskop

Keywords: Polymer Composites, Thermal Properties, Dispersion of Fillers, Thermogravimetric analysis, Scanning Electron Microscope

1. Uvod

U posljednjih nekoliko godina polimerni kompoziti se naveliko koriste u proizvodnji novih inženjerskih materijala koji su obećavajući zbog svoje gospodarski svestrane primjene i dobrih mehaničkih svojstava. Kompozitni materijali imaju prednosti pred konvencionalnim materijalima zbog iznimnih svojstava kao što su visoka čvrstoća uz izuzetno malu masu, dimenzijska stabilnost pri ekstremnim radnim uvjetima, otpornost na koroziju i dr. Ukupno ponašanje kompozita ovisi o svojstvima matrice i punila, veličini i raspodjeli komponenata, njihovu obliku i volumnom udjelu, kao i o prirodi i jakosti njihovih međusobnih interakcija [1, 2]. Kompoziti [3] su višefazni sustavi s jasno izraženom mikroskopski ili makroskopski vidljivom granicom faza. Sastoje se od kontinuirane faze (matrice) i diskontinuirane faze (punilo). Granična površina je presudna za stupanj interakcija u sustavu [4-6], a time i za svojstva kompozita. Svojstva polimernih kompozita također znatno ovisi o vrsti punila, o njihovoj veličini, morfološkoj strukturi, specifičnoj površini kao i o mogućnosti modifikacije površine punila. Punila mogu biti mikro i nanopunila, a prema obliku dijele se na sferične čestice, vlakna, nanovlakna i nanocjevčice, pločasta punila, istoosna nanopunila i kvantne točke. Budući da svojstva kompozita, ovisi o punilima pa se polimerni kompoziti nazivaju kompoziti ojačani česticama, gdje su čestice raspršena (dispergirana) faza koja je ekvialisijalna, što podrazumijeva da su dimenzije čestica približno jednake u svim smjerovima (dužina, širina, visina). Novi pomak u primjeni kompozita ostvaren je

istraživanjem u području nanokompozita. Nanokompoziti su kompoziti s punilom kojem je najmanje jedna dimenzija manja od 100 nm. Primarni cilj u pripravi nanokompozita je pravilna, jednolika raspodjela punila i kompatibilnost s polimerom koja se ostvaruje kemijskom modifikacijom nanopunila i/ili polimera. Polimerni nanokompoziti pokazuju znatno izmijenjena svojstva u odnosu na čisti polimer, što im omogućuje primjenu za specijalne namjene. Uporabna svojstva polimernog kompozita ponajprije ovise o vrsti nanopunila, njegovoj modifikaciji te o dispergiranoosti punila u matrici polimera.

Polistiren (PS) jedan je od najvažnijih polimera masovne proizvodnje zbog široke primjene u graditeljstvu i iznimno dobrih svojstava kao što su kemijska postojanost i mehanička svojstva te niskih troškova proizvodnje. S druge strane, niska toplinska stabilnost donosi probleme s proizvodnim svojstvima i smanjenje vremena korištenja polistirenskih proizvoda. Jedan od načina za postizanje dobrih toplinskih svojstava je priprema polistirenskih kompozita. Stoga je cilj rada bio istražiti utjecaj udjela i dispergiranja punila na toplinska svojstva HIPS/EVA polimernih kompozita.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Materijali

Istraživani uzorci pripremljeni su od polistirena visoke žilavosti (HIPS, Doki 472, Dioki), MFR 3,5 g/10min, sadržaj butadienskog kaučuka je 8,5 mas-% te etilen-vinil acetat polimera (EVA, Elvax 265, DuPont), sadržaj vinil acetat je 28 mas-%, MFR 3 g/10min. Upotrijebljeno mikropunilo bilo je aluminijev hidroksid (Martinal OL107, Albemarle Corporation) s 99,6 mas-% Al(OH)₃, BET 6-8 m²/g te nanopunilo silika (Aerosil R7200, Degussa) s 99,8 mas-% SiO₂, modificirane površine s metakriksilanom.

2.2 Priprava uzoraka

Uzorci su pripremljeni ekstrudiranjem na Haake dvopužnom ekstruderu (Haake Rheorcord 9000, Karlsruhe, Njemačka). Temperaturni profil u ekstruderu bio je u temperaturnom intervalu od 190/200/210/220 °C, a brzina vrtnje pužnih vijaka bila je 60 okretaja u minuti. Sastav istraživanih kompozita naveden je u tablici 1.

Tablica 1: Sastav HIPS/EVA polimernih kompozita:

UZORCI	HIPS	EVA	Al(OH) ₃	SiO ₂
Mas-%				
PS-4A	96	-	-	4
PS-8A	92	-	-	8
PS-E-20Al	60	20	20	-
PS-E-20Al-4A	55,2	18,4	18,4	4
PS-E-20Al-8A	55,2	18,4	18,4	8

2.3 Karakterizacija

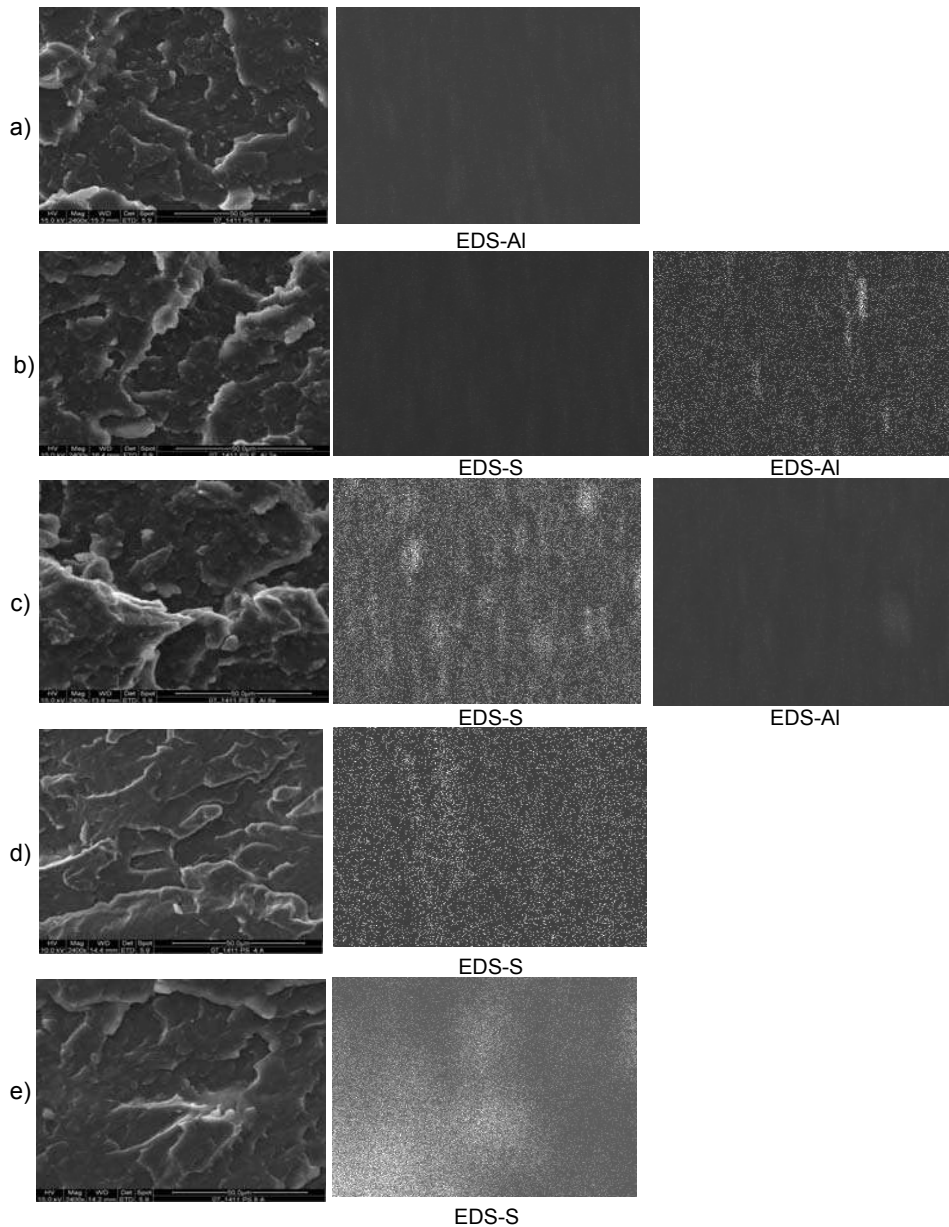
Morfologija istraživanih HIPS/EVA polimernih kompozita snimljena je na skenirajućem elektronskom mikroskopu (SEM) Philips XL 30S FEG na 5kV opremljenom SiLi EDS detektorom. Uzorci su prije snimanja ohlađeni u tekućem dušiku, prelomljeni te je površina kriogeničkog loma poprskana platinom.

Termogravimetrijska analiza (TGA) provedena je na termogravimetrijskom analizatoru (TA Instruments SDT-2960) s približno 10 mg uzoraka koji je zagrijavan od 25 °C do 550 °C, brzina zagrijavanja bila je 5°C/min. Mjerenja toplinske razgradnje provedena su u inertnoj atmosferi uz stalni protok dušika.

3. Rezultati i rasprava

3.1 SEM karakterizacija kompozita

Za bolje razumijevanje HIPS/EVA polimernih kompozita, odnosno razmatranja utjecaja punila na njegova krajnja primjenska svojstva, neophodno je provesti SEM karakterizaciju kompozita. Na slici 1 prikazane su SEM slike istraživanih HIPS/EVA kompozita te mapiranje mikropunila aluminijeva hidroksida i silika nanopunila.



Slika 1: SEM slike i mapiranje uzoraka a) PS-E-20Al, b) PS-E-20Al-4A, c) PS-E-20Al-8A, d) PS-4A, e) PS-8A

Na SEM slikama HIPS i HIPS/EVA kompozita može se primijetiti gotovo u potpunosti jednaka morfologija svih uzoraka, što ukazuje na dobru mješljivost komponenti i pripremu homogenih uzoraka. Homogenost ispitivanih uzorka ukazuje na dobra primjenska svojstva materijala. Ukoliko dolazi do agregiranja bilo kojeg od prisutnih polimera ili punila, to ukazuje na problem mješljivosti komponenti u višefaznom sustavu. Posljedica velike razlike energija površine pojedinih komponenti u kompozitu je nedostatak međusobnih interakcija, npr. između polimera i punila, što potiče agregiranje i stvaranje većih zasebnih faza punila. Iz navedenih razloga SEM analizom okarakterizirano je i dispergiranje punila u polimernoj matrici. Na slici 1 vidljivo je dispergiranje aluminijskoga hidroksida a)-c) pri čemu je detektiran aluminij, dok je silicij detektiran u silika nanopunilu, b)-e). Iz rezultata mapiranja punila u polimernoj matrici vidljivo je da se aluminijski hidroksid agregira i stvara zasebne domene, što je posljedica slabe povezanosti punila s polimernom matricom uslijed čega dolazi do narušavanja svojstava. Dispergiranje silika nanopunila je homogenije kad je njegova koncentracija u uzorku niža (PS-E-20Al-4A, PS-4A), dok je kod uzorka s većim udjelom nanopunila primijećena pojava agregiranja. Kako su nanopunila nanodimenzijske čestice i posjeduju veliku površinu, uobičajeno je dodavati ih u kompozit u vrlo niskim udjelima. Za razliku od svojstava individualnih komponenata u nanokompozitima, međufaza je ključni faktor koji doprinosi izmjeni svojstava nanokompozita zbog velike površine nanostrukturiranih tvari. Naime, postoji velika dodirna površina, tj. velika međufaza između komponenata. Posebna svojstva nanokompozita javljaju se uslijed međusobnih interakcija na međufazi prisutnih komponenata. Stoga se smatra da će homogeno dispergiranje nanopunila na nanorazini znatno pridonijeti unapređenju svojstava kompozita.

3.2 TG karakterizacija kompozita

Termogravimetrijska analiza (TGA) jedna je od toplinskih tehnika za procjenu toplinske postojanosti polimernih materijala. Rezultati mjerenja za ispitivane HIPS/EVA kompozite pripremljene s aluminijevim hidroksidom i silika nanopunilom dani su u tablici 2. Temperaturno područje zagrijavanja bilo je od sobne temperature do 550°C, a temperaturno područje razlaganja ispitivanih uzoraka bilo je od 300°C do 450°C. Rezultati su prikazani kao temperature razlaganja, gdje T_{90} predstavlja temperaturu na kojoj se razgradilo 10 mas-% uzorka, a T_{max} predstavlja temperaturu kod maksimalne brzine razgradnje na kojoj se razgradi približno 50 mas-% uzorka. Kod istraživanih HIPS/EVA kompozita primijećene su dvije temperature maksimalne razgradnje, gdje T_{max1} odgovara razgradnji EVA kopolimera gdje dolazi do izdvajanja octene kiseline (deacetilacija), što se obično događa između 300 i 400 °C, a T_{max2} odgovara razgradnji HIPS-a. Iz rezultata se može vidjeti da se temperature razlaganja (razgradnje) mijenjaju uslijed različitog sastava kompozita. Temperature početka razlaganja (T_{90}) mijenjaju se uslijed inicijalnih mehanizama razgradnje gdje najčešće postoji više paralelnih reakcija razlaganja, dok temperature kod maksimalne brzine razlaganja ukazuju na ustaljeni mehanizam razlaganja koji ukazuje na toplinsku stabilnost materijala. Stoga se iz rezultata ispitivanih uzoraka može vidjeti da uzorak s nižim udjelom nanopunila, koje je znatno bolje dispergirano, ima najvišu toplinsku postojanost ($T_{max}= 419^{\circ}\text{C}$). Temperature razgradnje kod maksimalne brzine razgradnje za uzorke HIPS/EVA pokazuju snižene vrijednosti u odnosu na uzorke s HIPS-om zbog prisutnog EVA kopolimera koji započinje s razgradnjom kod znatno nižih temperatura (>300°C). Iz svega navedenog može se zaključiti da je za postizanje dobrih primjenskih svojstava kompozita od presudne važnosti dobra dispergiranoost punila.

Tablica 2: TGA rezultati HIPS/EVA polimernih kompozita, pri brzini zagrijavanja 5°C/min:

UZORCI	T90	Tmax1	Tmax2	Ugljenizirani ostatak
PS-4A	395	419	-	2,4
PS-8A	382	408	-	6,4
PS-E-20AI	354	304	428	13,6
PS-E-20AI-4A	360	311	440	17,4
PS-E-20AI-8A	351	307	432	14,7

4. Zaključci

Iz dobivenih rezultata istraživanih HIPS/EVA polimernih kompozita može se zaključiti da su interakcije polimer – punilo presudne za kvalitetu dispergiranoost punila u polimernoj matrici. Na jednolikost dispergiranoost punila također utječe veličina čestica punila, odnosno njegova specifična površina, tj. dodirna površina polimer-punilo. Iz rezultata toplinske postojanosti može se zaključiti da homogena dispergiranoost u polimernoj matrici znatno doprinosi povećanju toplinske postojanosti HIPS/EVA polimernog kompozita.

Literatura

- [1] Kollov, G. V. i sur, Aggregation of Filler Particles in Polymer Composites. An Analysis within the Framework of Irreversible Aggregation Models, *Mechanics of Composite Materials* 38 (2002), 169-174, 1573-8922
- [2] Ansarifar, A.; Shiah, S.F. i Bennett, M., Optimising the chemical bonding between silanised silica nanofiller and natural rubber and assessing its effects on the properties of the rubber, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 26 (2006), 454-463, 0143-7496
- [3] Utracky L. A., *Polymer alloys and blends*, Hanser, 0195207963 9780195207965, New York (1990)
- [4] Mohanty, A. K., Misra, M.; Drzal, L.T.: Surface modifications of natural fibers and performance of the resulting biocomposites: An overview, *Composite Interfaces*, 8 (2001), 313-320, 09276440
- [5] Oya, A., Polypropylene clay nanocomposites, U: *Polymer clay nanocomposites*, Wiley, London, (2000), 151-172, 0-471-63700-9
- [6] Dubois, A. M., Polymer-layered silicate nanocomposites preparation, properties and uses of a new class of materials, *Materials Science and Engineering: Reports*, 28 (2000), 1-63, 0927-796X

Zahvala

Istraživanja prikazana u ovom radu financirana su od strane MZOŠ-a iz sredstava znanstvenog projekta 125-0821504-1976.

ANALIZA PURPURNIH BOJA DOBIVENIH IZ ŠKOLJAKA S JADRANSKE OBALE

ANALYSIS OF PURPLE DYES EXTRACTED FROM ADRIATIC SEA SHELLS

Đurđica PARAC-OSTERMAN; Vedran ĐURAŠEVIĆ & Ana SUTLOVIĆ

Sažetak: Prirodne rubin crvene, purpurne boje dobivene su najčešće od puževa *Murex brandaris*, *Murex trunculus* i školjki u području Mediterana (jadranska obala, grčka, turska i ostale). Za najpoznatiju od ovih boja, Tyrian purple, dobivenu iz puževa i školjki, mnoga znanstvena istraživanja dokazala su da pripada skupini indigoidnih bojila. Istraživanjima je dokazano da sadrže kemijske, obojene komponente 6,6'-dibromoindigotin, 6,6'-dibromoindirubin i 6-bromoindigotin.

U ovom radu provedena je analiza purpurne boje - murex-a, dobivene s jadranske obale, u mjestu Ston. Kemijskim analizama, UV/VIS spektrofotometrijom i FTIR ATR analizo potvrđuje se da se radi o mješavini indigoidnih komponenata s naglašenim udjelom 6,6'-dibromoindigotin.

Abstract: Natural ruby red, purple dye, commonly known as Tyrian purple, is usually obtained from sea snails *Murex brandaris* and *Murex trunculus* found all across the Mediterranean coastline. This purple dye has scientifically been proven to belong to a group of indigo dyes, according to 6,6' – dibromoindigo, 6,6' – dibromoindiruby and 6 – bromoinindigo chemical components.

This paper analyses purple dye obtained from murex snails found in the vicinity of the Croatian coastal town of Ston. Chemical analyses, UV/VIS and FTIR – ATR spectrometry have confirmed the existence of indigo components with significant amounts of 6,6' dibromoindigo.

Ključne riječi: murex, tirska grimizno, UV/VIS spektrofotometrija, FTIR – ATR.

Keywords: murex, tyrian purple, UV/VIS, FTIR – ATR spectrometry.

1. Uvod

Purpur se u odijevanju koristio još u minojskoj kulturi na Kreti (oko 2000. godine pr.Kr.) 1,2. Feničani su bili osobito poznati po njegovoj proizvodnji tako da se jedna od nijansi karakterističnih za antičko razdoblje nazivala tirska purpur po gradu Tiru u današnjem Libanonu. Oko 300. godine car Dioklecijan proglasio je bojenje purpurom carskim monopolom i preselio njegovu proizvodnju u Bizant, odnosno Konstantinopolis. Carska titula u Bizantu glasila je porfirogenet, purpurnorođeni, to jest rođen za vrijeme vladavine svog oca. Istočnorimski carevi šttili su tajnu bojenja purpurom pa su na zapad purpurni materijali mogli stići samo kao pokloni cara 1, 3.

Tijekom povijesti purpurna je odjeća bila statusni simbol najviših slojeva društva. Purpur se dobivao iz žlijezda morskih puževa koji obitavaju u Sredozemnom moru (*Murex trunculus* i *Murex brandaris*). Dobivena boja davala je cijelu lepezu tonova: od svijetloljubičaste, plave i crvene do, u bizantsko doba najcjenjenijeg, tamnoljubičastog purpura. Za 1,4 g purpurnog bojila bilo je potrebno 12.000 puževa 4,5,6,.

U ovom radu provedena je analiza Murex – purpurne boje dobivene iz žlijezda morskih puževa volaka - *Murex trunculus* u cilju potvrde kvalitete.

2. Eksperimentalni dio

Mjesto, stanište puža Volka: južni Jadran, Ston
 Izgled uzorka za analizu: kristali boje purpurnog tona

Identifikacija uzorka:

1. Kemijska analiza
2. Spektrofotometrijska analiza

2.1 Kemijska analiza

* melting test - na temperaturi >180 °C dolazi do sublimacije u ljubičastom tonu - karakteristično indigoidnim bojilima.

*test s redukcijskim sredstvima (NaOH+Na₂S₂O₄): otopina boje postaje žuto-zelena, karakteristika leuko forme indigotina. Dodatkom etil acetata odvoji se ljubičasta boja (prema metodi Holenk de Graaff 1974), karakteristično za prisutnost 6,6'-dibromoindigotin- murex.

2.2 Spektrofotometrijska analiza

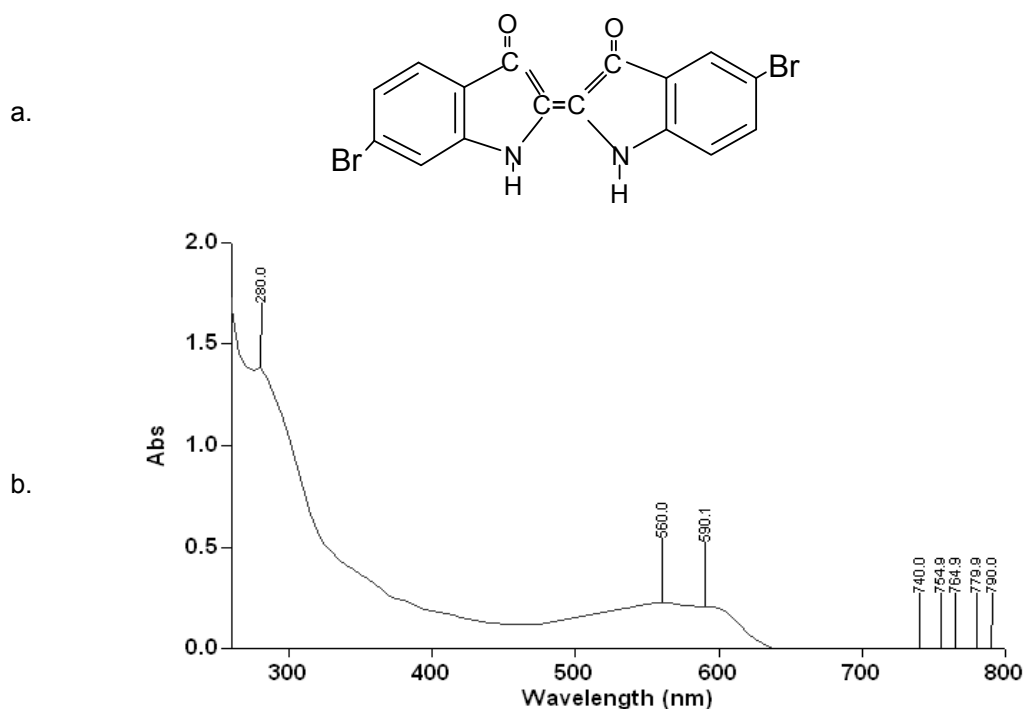
* otopina boje u ethyl acetate snimljena je na UV/VIS spektrofotometru Cary 50: prikaz apsorpcijskog spektra, slika 1b.

*analiza 3 različita uzorka na FTIR – ATR spektrofotometru Spectrum 100, Perkin Elmer: prikaz IR spektra, slika 2, tablica 1 – 4 ispis karakterističnih pikova na valnim brojevima i % T.

3. Rezultati i diskusija

Morski puž *Volak*, *murex trunculus*, je parazit koji se u Stonu hrani odumrlim školjkama, dagnjama, te se u velikom broju u kratkom vremenu razmnožava na dubini čak i do 20 cm. U cilju da se cijenjena purpurna boja iskoristi kao dodatna djelatnost, proizvođač dagnji započeo je sa pripremom murex-a. Analize provedene u Zavodu za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju temeljene su na analitičko-kemijskim metodama.

Melting testom i redukcijom bojila potvrđeno je da se radi o indigoidnom bojilu. Prema metodi Holenk de Graaff s etil acetatom odvojena ljubičasta boja potvrdila je prisutnost 6,6'-dibromoindigotina - murex, kemijske strukture kako je prikazano na slici 1a.

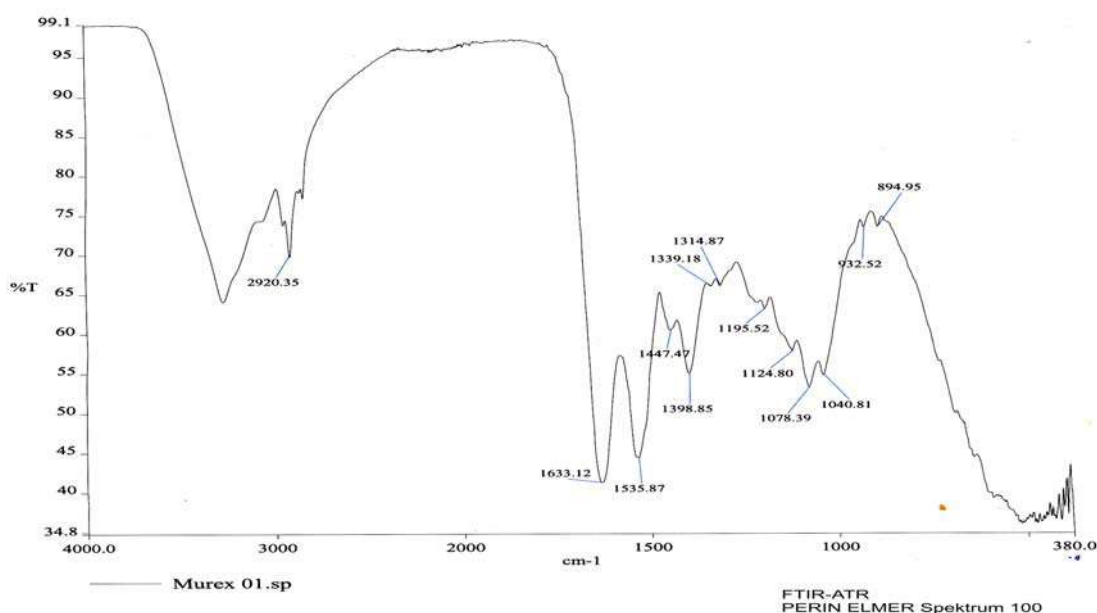


Slika 1: a) Kemijska struktura 6,6'-dibromoindigotin- murex; b) UV/VIS apsorpcijski spekter (otopina uzorka u etil-acetatu)

Na UV/VIS apsorpcijskom spektru (otopina uzorka u etil-acetatu) dobivena dva maksimuma apsorpcije upućuju da se radi o purpurnoj boji različitih mješavina tonova, slika 1b.

FTIR – ATR analizom (slika 2), odnosno valnim brojevima s pripadajućim apsorpcijskim maksimumima (pikovima) uspoređenim s literaturnim podacima (H.Schweppes), potvrđeno je da se radi o mješavini indigoidnih komponenata s naglašenim udjelom 6,6'-dibromoindigotin, 6,6'-dibromoindirubin i 6-bromoindigotin, a koji spojevi su karakteristični za purpurno analizirano bojilo (tab.1-3).

Date: 05 May 2010



Slika 2: FTIR – ATR spektar uzorka 1

U tablicama 1-3 svaki uzorak ima karakteristični valni broj kod 1677-1622 cm^{-1} što potvrđuje prisutnost C=O grupe koja je karakteristična za indigoidna bojila.

Tablica 1 IR - spektar s karakterističnim linijama (% T); uzorak 1

Apsorpcijski maksimum (cm^{-1})	%T	Apsorpcijski maksimum (cm^{-1})	%T		
1.	3269,91	71	8.	1195.52	81.9
2.	2915,92	73.5	9.	1124.80	70.5
3.	1634.28	52.1	10.	1078.39	66.3
4.	1533.66	58.8	11.	1040.23	70.8
5.	1409.68	64.8	12.	932.52	96.3
6.	1401,06	66.3	13.	894.99	85
7.	1314.87	77.9			

Tablica 2: IR – spektar s karakterističnim linijama (% T); uzorak 2

Apsorpcijski maksimum (cm^{-1})	%T	Apsorpcijski maksimum (cm^{-1})	%T		
1.	3287,61	67	7.	1171.21	81.9
2.	1677,54	65,5	8.	1122.60	70.5
3.	1542,61	76.8	9.	1086.07	72
4.	1443.64	83.8	10.	742.46	93.3
5.	1412,11	84	11.	643.00	85
6.	1317.08	91.9			

Tablica 3: IR – spektar s karakterističnim linijama (% T); uzorak 3

Apsorpcijski maksimum (cm^{-1})	%T	Apsorpcijski maksimum (cm^{-1})	%T		
1.	3290,91	96,1			
2.	2924.71	98	7.	1191.10	97.5
3.	1622.07	93	8.	897.16	88
4.	1513.77	94			
5.	1438.63	97.8			
6.	1314.87	98.9			

3. Zaključak

Za murex prirodno bojilo generičkog naziva C.I.Natural Violet 1 karakteristično je, kao i za sva prirodna bojila da su mješavine različitih spojeva.

Kemijskom analizom potvrđeno je da se radi o skupini indigoidnih bojila. Također, potvrđeno je da se u analiziranom uzorku nalazi 6,6'-dibromoindigotin (prema metodi Holenk de Graaff 1974).

Analiza uzorka na FTIR – ATR spektrofotometru uspoređena s literaturnim podacima potvrđuje da se radi o mješavini indigoidnih komponenata s naglašenim udjelom 6,6'-dibromoindigotin, 6,6'-dibromoindirubin i 6-bromoindigotin komponentama, karakterističnim za purpurno analizirano bojilo (tab.1-3).

Literatura

- [1] Belamarić, J.: The Date of Foundation and Original Function of Diocletian's Palace at Split, U Hortus artium medievalium, vol. 9, Motovun: International Research Center for Late Antiquity and Middle Ages; Zagreb: International Centres of Croatian Universities, Istra, University of Zagreb, (2003), 173-185.
- [2] Åström, P. & Reese, D. S.: Triton Shells in East Mediterranean Cults. Journal of Prehistoric Religion, vol. III – IV, (1990), 5 – 14.
- [3] Born, W., (1937): Purple in Classical Antiquity. Ciba Review 4, (1937), 111 – 117.
- [4] Cooksey, C.J.:(2001) Tyrian purple: 6,6'-dibromoindigo and related compounds, Molecules 6, (2001), 736-769.
- [5] Michel, R.H., Lazar, J., and McGovern, P.E.,: The chemical composition of the indigoid dyes derived from the hypobranchial glandular secretions of Murex molluscs, Journal of the Society of Dyers and Colourists 108, (1992a), 145 – 150
- [6] Cooksey, C. J.: Molecules, 2001, 6, 736–769.

UČINKOVITOST SUVREMENIH BJELILA U PRANJU

THE WASHING PERFORMANCE OF NOVEL BLEACHING AGENTS

Tanja PUŠIĆ; Sabina FIJAN; Marko KAROLY; Sonja ŠOSTAR-TURK & Ivo SOLJAČIĆ

Sažetak: Učinak u pranju ovisi o specifičnim interakcijama između tekstilija, prljavštine i komponenti u deterdžentu. Tenzidi su ključni sastojci deterdženta koji su zbog njihove hidrofilno-hidrofилne prirode nezamjenjivi u dispergiraju i emulgiranju prljavština. Bjelila osiguravaju obezbojavanje obojenih mrlja uz zahtjev za što je moguće manjim oštećenjem tekstilija u pranju. Peroctena kiselina (PAA) je sredstvo za bijeljenje koje u optimalnim uvjetima osigurava visoku učinkovitost i stupanj higijene u niskotemperaturnim procesima pranja. U ovom radu je istraženo djelovanje bjelila ftalimidoperheksan kiseline (PAP), u pranju na temperaturama 60, 40 i 30 °C. Učinkovitost pranja pamučne tkanine analizirana je kroz primarno i kumulativno djelovanje. Rezultati su dokazali značaj bjelila PAP u pranju kroz smanjenje potrošnje vode, energije i deterdženata, te osiguravanje kvalitete i trajnosti opranog rublja.

Abstract: Detergency is dependent on specific interactions among substrate, soil and detergent components. Surfactants are the key element of detergent and due to their hydrophobic-hydrophilic nature, essential for efficient soil particle dispersion and emulsifying of soils. The presence of bleaches is of key importance due to decolouration of stains but also with drawbacks such as fibre damage after frequent washing cycles. Peracetic acid (PAA) is able to provide a high performance and hygiene level when applied as a bleach in optimal conditions. The research presented deals with washing performance of, phthalimidoperoxyhexanoic acid (PAP) at 60, 40 and 30°C. Washing performance was evaluated through primary and cumulative action. The results obtained proved the significance of PAP in washing because of the possibility of energy, water and detergent reduction and prolongation of garment quality and its lifetime.

Ključne riječi: pranje, bjelila, peroctena kiselina

Keywords: washing, bleaches, peracetic acid

1. Uvod

Praškasti deterdžent se sastoji od brojnih sastojaka: tenzida, bildera, bjelila, aktivatora bijeljenja, enzima, optičkih bjelila, inhibitora posivljenja, alkalija, mirisa itd., koji djeluju interaktivno ovisno o uvjetima pranja. Jedan od temeljnih zahtjeva na učinkovitost deterdženta su mogućnost uklanjanja širokog spektra zaprljanja i minimalan utjecaj na strukturu i svojstva tekstilnih materijala. Suvremene ekološke smjernice otvorile su brojne teme za fundamentalna i aplikativna istraživanja koja obuhvaćaju biorazgradljivost tenzida, potencijalne rizike, interakcije nekih sastojaka u otpadnim vodama, sniženje temperature pranja, higijenu u pranju itd. Snižavanjem temperature mijenja se Sinnerov krug pranja [1].

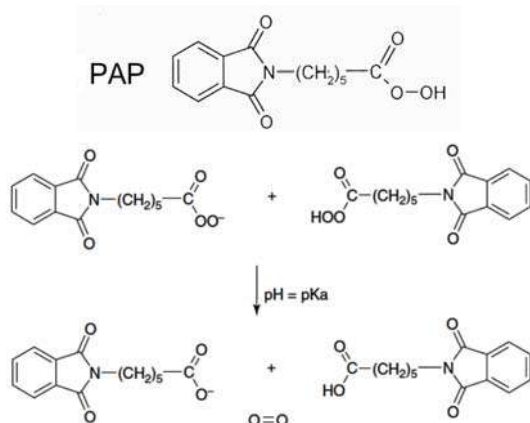
Promjene parametara utječu na primarne i sekundarne učinke pranja i na svojstva tekstilnih materijala. Preporuka je da inovacije u postupcima pranja i sušenja ne narušavaju funkcionalnost i uporabna svojstva opranih tekstilija. Inovativna rješenja u tehnologiji pranja u praksi mogu biti prihvatljiva isključivo nakon objektivnog vrednovanja primarnih i sekundarnih učinaka. Bjelila su ključni sastojci za obezbojavanje obojenih mrlja u pranju. Njihovo djelovanje se ocjenjuje kroz učinkovitost uklanjanja mrlja i njihov utjecaj na oštećenje tekstilija nakon višekratnih pranja [2].

Sredstva na bazi kisika imaju ekološke prednosti u odnosu na bjelila na bazi klora. Peroctena kiselina je ekološki povoljno, jako oksidacijsko i dezinfekcijsko sredstvo koje ima široku primjenu. U području tekstilstva se primjenjuje u bijeljenju i pranju. U bijeljenju je inovativno sredstvo, dok se u tehnologiji pranja praškastim deterdžentima posredno primjenjuje već dva desetljeća.

Aktivatori bijeljenja tijekom pranja u reakciji s natrijevim perboratom razvijaju peroctenu kiselinu koja bijeli na nižim temperaturama. Unatoč tome, ova tema je aktualna i danas, što rezultira razvojem suvremenih aktivatora bijeljenja koji razvijaju učinak na niskim temperaturama uz povoljan dezinfekcijski učinak. Kemijske strukture novorazvijenih aktivatora dodaju se u praškaste deterdžente i postižu izvrstan učinak uklanjanja hidrofilnih i hidrofobnih prljavština.

Ovo rješenje nije pogodno za tekuće deterdžente budući da se u njima per spojevi postepeno raspadaju. Inovativna tehnologija pranja danas se uglavnom temelji na tekućim deterdžentima, te se u novije vrijeme

intenzivno istražuje ekološki prihvatljiva peroctena kiselina. Dodatak perkiseline je prihvatljivija i pogodnija opcija nego njezino posredno razvijanje u kupelji. Jedno od suvremenih ekološki prihvatljivih sredstava je ftalimidoperheksan kiselina, PAP. Kao većina perkiselina, PAP se raspada, pri čemu nastaju kiselina i kisik, sl. 1.



Slika 1: Razgradnja ftalimidoperheksan kiseline, PAP-a [3]

U ovom radu je istražen utjecaj i prihvatljivost PAP-a u pranju pamučnih tkanina na niskim temperaturama u niskim omjerima kupelji. Pristup istraživanju je originalan jer analizira i rasvjetljava mehanizam djelovanja PAP-a pri temperaturama pranja 60, 40 i 30 °C kroz primarni i kumulativni učinak.

2. Eksperimentalni dio

Primarni učinak je analiziran nakon pranja standardno zaprljanih tkanina, monitora koji nosi oznaku PCMS55 (WFK-Cleaning Technology Institute). Raznolike mrlje su nanosene na pamuk i mješavinu pamuka s poliesterom, tab. 1.

Tablica 1: Opis MultiSoil Monitor PCMS55

Šifra	Opis	Primjena	
10C	Pigment/lanolin-PAMUK	Opći učinak	
20C	Pigment/lanolin-PES/PAMUK	Opći učinak	
90LI	Crveno vino-PAMUK, ods. (IEC456)	Bjelila	10C 20C 90LI
10D	Pigment/Sebum-PAMUK	Opći učinak	
20D	Pigment/Sebum-PES/PAMUK	Opći učinak	10D 20D 10U
10U	Curry-PAMUK	Bjelila, amilaza	
10M	Motorno ulje-PAMUK	Opći učinak	10M 90RM 90PB
90RM	Pigment/Sebum-PAMUK (IEC456)	Opći učinak	
90PB	Krv-PAMUK, odstajala (IEC456)	Bjelila, proteaza	10N 10R 10PPM
10N	Jaje/Pigment-PAMUK	Opći učinak, proteaza	
10R	Škrob/Pigment-PAMUK	Opći učinak, amilaza	90MF
10PPM	Pigment/Biljna masnoća/mljeko-PAMUK	Bjelila, amilaza, proteaza	Number
90MF	Kakao-PAMUK ods. (IEC456)	Opći učinak, proteaza	

Kumulativni učinak je ispitan pranjem standardne predbijeljene pamučne tkanine sa zelenim utkanim osnovnim nitima (svakih 5 cm) prema ISO 2267 i DIN 53 919-1 kroz 25 ciklusa tekućim deterdžentom uz dodatak bjelila na temperaturama 60, 40 i 30 °C, tab. 2.

Tablica 2: Karakteristike tekućeg deterdženta i bjelila u kupelji za pranje

Komponenta	Produkt 1	Doziranje (g/kg)
Deterdžent	<ul style="list-style-type: none"> Anionski tenzid (5-15%) (natrijevdodecilbenzensulfonat) Glicerol – <5% Neionski tenzid (AE-alkohol etoksilati) 	10
Bjelilo	<ul style="list-style-type: none"> 6-(ftalimidoperheksan kiselina (PAP): 15-30% 1-Hidroksi ethiliden-1,1-difosfonska kiselina (HEDP): <5% 	8.3

Pranje PCMS55 tkanine je provedeno kroz 10 zasebnih ciklusa, ulaganjem 2 tkanine po ciklusu, tako da je srednja vrijednost dobivena na temelju 20 pojedinačnih mjerenja. Pranje je provedeno u stroju Wascator FOM71 CLS prema normi HRN ISO 15797:2002. MultiSoil Monitor PCMS55 i pamučne tkanine sa zelenim utkanim nitima oprane su uz dodatak 8 komada standardne zaprljane tkanina, SBL "formula 2004", koja sadrži 8 g prljavštine/komadu. Masa punjenja od 5.5 kg nadoknađena je pamučnim balastom (omjer punjenja 1:12). Detaljan opis postupka pranja i ispiranja prikazan je u tablici 3.

Primarni učinak se iskazuje kroz razliku remisije ($\Sigma\Delta R460$) s mrlje nakon pranja i remisije s mrlje prije pranja. Sekundarni učinak u pranju ispitan je nakon 25 ciklusa kroz određivanje sadržaja pepela, bjeline, čvrstoće i stupnja oštećenja prema normi HRN ISO 4312 [4,5].

Tablica 3: Postupak pranja

Pranje	Parametri						
	deterdženti i bjelila	dodaje se 3 minute nakon postizanja temperature					
OK	1:4			1:3			
Program	1	3	5	2	4	6	
T (°C)	60	40	30	60	40	30	
t (min)	20						
ispust (min)	1						
Rev. okretanje (min)	1						
1. ispiranje							
T (°C)	1:5						
t (min)	3						
ispust (min)	1						
Rev. okretanje (min)	1						
2. ispiranje							
T (°C)	1:5						
t (min)	3						
ispust (min)	1						
Rev. okretanje (min)	1						
3. ispiranje							
oct. kisel. 2,2 ml/kg	OK	1:5					
t (min)	3						
ispust (min)	1						
Centrifugiranje (min)	6						
Ostatna vlaga (%)	50 – 55						

3. Rezultati i diskusija

Mrlje na standardnoj tkanini, PCMS55 su tvrdokorne, a njihova raznolikost osigurava objektivnu ocjenu učinka u pranju (opći, enzimatski i učinak bijeljenja) kroz djelovanje deterdženta, mehanike, temperature i vremena. U tablici 4 prikazan je ukupan učinak uklanjanja mrlja kroz zbroj razlika remisije sa statističkim pokazateljima.

Tablica 4: Moć uklanjanja mrlja s PCMS 55 ($\Sigma\Delta R_{460}$) kroz 10 pojedinačnih ciklusa na 60, 40 i 30°C uz različite omjere kupelji (OK 1:4 i 1:3)

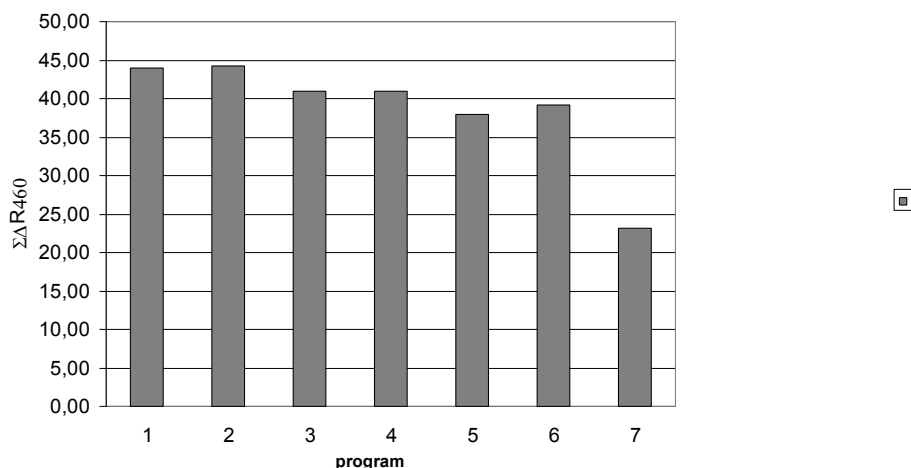
Uvjeti	Produkt	Deterdžent + PAP						Voda
	Program	1	2	3	4	5	6	7
	T	60°C		40°C		30°C		60°C
	OK	1:4	1:3	1:4	1:3	1:4	1:3	1:4
Statist. pokazatelji	$\Sigma\Delta R_{460}$	299,55	305,01	261,92	262,96	241,02	244,21	161,94
	St. devijacija	27,11	37,47	20,14	17,23	15,05	13,53	12,44
	CV (%)	9,05	12,28	7,69	6,55	6,24	5,76	7,68

Formulacija tekućeg deterdženta sadrži anionski i neionski tenzid. Rezultati pokazuju da je produkt koji se sastoji od tekućeg deterdženta uz dodatak PAP-a najučinkovitiji na 60°C. Učinak na nižim temperaturama pranja je za oko 10% slabiji u odnosu na pranje na 60°C. Niži i viši omjer kupelji (OK 1: 4 i 1:3) daju gotovo jednake rezultate, poglavito na 60 i 30°C.

Statistički parametri ukazuju na nejednoličnost pojedinačnih serija pranja, poglavito na 60°C. Učinak pranja na nižim temperaturama, 40 i 30°C, nešto je slabiji u odnosu na 60°C, ali su odstupanja znatno manja. Ova kombinacija tekućeg deterdženta uz dodatak PAP-a potvrđena je kao prihvatljiva za postizanje dobrog učinka. Razvidno je da se pranjem u vodi također uklanjaju prljavštine ($\Sigma\Delta R_{460}=161,94$), ali je intenzitet znatno slabiji. Mehaničko pokretanje i temperatura 60°C su nositelji učinkovitosti.

Djelovanje bjelila u pranju ovisi o vrsti, oksidacijskom potencijalu, koncentraciji, temperaturi, vremenu, vrsti prljavštine i vlakna. Obojene mrlje sadrže različite komponente, primarno polifenolne spojeve [6]. Moć obezbojavanja obojene odstajale mrlje od crvenog vina, 90 LI djelovanjem PAP-a u pranju na 60, 40 i 30 °C, prikazana je na sl. 2.

Rezultati pokazuju da PAP ima povoljan i gotovo podjednak učinak na 60 i 40°C. Učinak na 30°C je nešto slabiji i ukazuje, prema zakonitostima Sinnerovog kruga, na potrebu povećanja koncentracije PAP-a u ovim uvjetima.



Slika 2: Moć obezbojavanja odstajale mrlje od crvenog vina djelovanjem PAP-a u kupelji za pranje na 60, 40 i 30 °C

Omjer kupelji nema utjecaj na moć obezbojavanja mrlja na 60 i 40 °C. Pranje na 30 °C uz omjer kupelji 1:3 daje nešto povoljniji učinak nego uz omjer kupelji 1:4. Tu se potvrđuje ekološka opravdanost ovog postupka pranja na nižoj temperaturi uz manju potrošnju vode.

Kumulativni učinak u pranju deterdžentom uz dodatak PAP-a ispitan je na temelju pada prekidne sile oprane tkanine kroz 25 ciklusa u odnosu na tkaninu opranu kroz 3 ciklusa (ΔF), stupnja kemijskog oštećenja (s) i sadržaja anorganskih inkrustacija (A) i bjeline (WCIE), tab. 5.

Tablica 5: Kumulativni učinak nakon 25 ciklusa pranja analiziran kroz pad prekidne sile, stupanj oštećenja, sadržaj pepela i stupanj bjeline pamučne tkanine

Program	T (°C)	OK	Produkti	ΔF (%)	s	A (%)	WCIE
1	60	1:4	<ul style="list-style-type: none"> • Deterdžent • PAP 	5.7	0.2	0.24	132.92
2	60	1:3		7.6	0.19	0.29	135.54
3	40	1:4		4.0	0.2	0.23	126.76
4	40	1:3		2.0	0.1	0.28	128.55
5	30	1:4		2.8	0.1	0.25	123.92
6	30	1:3		0.6	0.1	0.21	128.20
7	60	1:4		• Voda	0.2	0.05	0.58

Svi analizirani parametri pokazuju da PAP kao bjelilo 25 ciklusa pranja nema negativan utjecaj na svojstva oprane pamučne tkanine.

Pad prekidne sile (ΔF) i stupanj kemijskog oštećenja potvrđuju povoljan kumulativni učinak jer nema jakog oštećenja pamučne tkanine.

Sadržaj pepela (A) je nizak, što potvrđuje da nema anorganskih inkrusta na opranoj tkanini. Stupanj bjeline opranih tkanina nakon 25 ciklusa je relativno nizak.

Ove vrijednosti su očekivane jer je stupanj zaprljanja, koji uglavnom potječe od standardne prljave balast tkanine, SBL 2004.

4. Zaključak

U radu je istražen primarni i kumulativni učinak tekućeg deterdženta uz dodatak ftalimidoperheksan kiseline, PAP u pranju na 60, 40 i 30 °C. Načinjena je varijacija omjera kupelji, 1:4 i 1:3. Niži omjer kupelji (1:3) ima povoljan utjecaj na ukupan primarni učinak u pranju na 60°C.

Moć obezbojavanja odstajale mrlje od crvenog vina ovisi o temperaturi, a ne ovisi o omjeru kupelji. Kumulativan učinak pranja s tekućim deterdžentom uz dodatak PAP-a je povoljan jer nije došlo do oštećenja, posivljenja i pada kvalitete tkanine nakon 25 ciklusa.

Literatura

- [1] Soljačić I., Pušić, T.: Njega tekstila-Čišćenje u vodenom mediju, Sveučilište u Zagrebu, 2005., ISBN 953-7105-09-1
- [2] Luijckx, G.C.A.: Testing of the Fabric Damage Properties of Bleach Containing Detergents, *Tenside Surf. Det.* 41 (2004) 4, 164-168, ISSN: 0932-3414
- [3] Zoller, U.: Handbook of detergents, Part E, Applications, Taylor & Francis Group, LLC, 2009., ISBN 9781466501034

- [4] HRN ISO 4312, Površinski aktivne tvari .. Metode analize za čistu kontrolnu pamučnu tkaninu
- [5] Fijan, S. i sur.: The Influence of Industrial Laundering of Hospital Textiles on the Properties of Cotton Fabrics, *Textile Research Journal* 77 (2007) 4, 247-255, ISSN: 00405175
- [6] Smulders, E.: *Laundry Detergents*, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2002., ISBN 3-527-30520-3

Zahvala

Rad je izrađen u okviru istraživanja na projektu financiranom u Sedmom okvirnom programu Europske komisije (FP7/2007-2013), u programu Kapaciteti, FP7-SME-2007-2, 217809, SMILES.

JEDNOKUPELJNO BOJADISANJE MJEŠAVINE POLIESTERA I PAMUKA REAKTIVNIM BOJILOM NAKON OBRADJE ALKALIJAMA I HITOSANOM

ONE-BATH DYEING OF PET/COTTON BLEND WITH REACTIVE DYE AFTER ALKALI AND CHITOSAN TREATMENT

Nebojsa RISTIĆ; Dragan DJORDJEVIĆ; Ivanka RISTIĆ & Suzana DJORDJEVIĆ

Sažetak: U radu se opisuje učinak obrade alkalijama i hitosanom na karakteristike reaktivnog obojenja mješavine poliestera i pamuka. Korišteni su različiti postupci karakterizacije fizikalnih i kemijskih promjena površinskog sloja poliesterskog vlakna i iskorištenje bojila nakon individualnih i kombiniranih obrada. Istodobno bojadisanje pamučnih i poliesterskih tkanina i bojadisanje mješvine poliestera i pamuka provedeni su nakon individualne i hibridne obrade. Obojene tkanine su vrednovane prema intenzitetu i postojanosti obojenja. Primjenom alkalne obrade fizikalno i kemijski je modificirana površina poliesterskog vlakna, a pamuk je istodobno merceriziran, što povoljno utječe na apsorpciju reaktivnog bojila C.I. Reactive Red 3, što se ogleda u povećanju intenziteta bojenja od 24% na tvorničkoj mješavini. Hibridna obrada koja kombinira alkalne obrade i obrade hitosanom je najučinkovitija i mogla bi omogućiti novi pristup bojadisanju i obradi tekstila.

Abstract: The effect of alkali and chitosan treatment on reactive dyeing characteristics of polyester/cotton blend is studied in this work. Various methods for characterization of physical and chemical changes in the surface layer of polyester fiber and dye utilization after individual and combine treatments were used. A simultaneous dyeing of cotton and polyester fabrics and dyeing of factory blends of PET/cotton were carried out after individual and hybrid treatment. Dyed fabrics were evaluated by dye intensity and fastness. By using alkali treatment, the surface of polyester fiber is physically and chemically modified and at the same time the cotton is mercerized, favorably affecting absorption of reactive dye C.I. Reactive Red 3, resulting to a dye intensity increase of 24% on factory blend. Hybrid treatment combining alkali and chitosan treatments is the most effective and it could enable a new approach to textile dyeing and finishing.

Ključne riječi: bojadisanje mješavine vlakana, reaktivno bojilo, alkalna obrada, hitosan, površinski sloj, hibridna obrada, intenzitet obojenja

Keywords: dyeing blend, reactive dye, alkali treatment, chitosan, surface layer, hybrid treatment, dye intensity

1. Introduction

The current known dyeing methods for binary textile blends polyester/natural fiber use two classes of dyes for dyeing of components in one or two solutions, producing high quantities of polluted waste waters embarrassing the whole environment. The global initiative for rational utilization of natural resources and increasingly more stringent environmental legislation impose the need for development of new methods more superior compared to traditional dyeing in terms of technological productivity, economy and protection of watercourses. Moreover, the new dyeing methods should provide high performances of dyes on textile, and from this point of view the main challenge in dyeing of blends is matching color intensities on blend components. In order to rationalize dyeing of PET/cotton blends, recently, dyes with new coloristic properties have been developed or pretreatments improving dye affinity for fibers have been applied [1-6].

In this work, commercial polyester, cotton and factory blended PET/cotton fabrics were treated with alkali and chitosan solutions of various concentrations, with the aim to improve dyeing with reactive dye. The effects of alkali on surface structure and chemical composition of polyester have been studied. The improved dyeing of components and factory blended PET/cotton blends after combined pretreatment was evaluated by color intensity, fixation degree and dye fastness.

2. Experimental part

In experiments, 100% PES commercial fabric with surface mass of 149,5 g/m², 100% cotton fabric with surface mass of 206,67 g/m² and 50/50 % PET/cotton factory blend with surface mass of 172,53 g/m² were used. Alkali treatment of polyester fabrics (separately and in combination with cotton fabrics) and fabrics of

blended composition was performed in aqueous NaOH solution (Kemika-Croatia) in Ahiba apparatus (Type G7B) with vertical material movement in closed metal cuvettes at temperatures of 80 and 100 °C, alkali concentrations were 15, 50 and 80 g/dm³ and treatment time 20, 40, 60, 75 and 90 min.

Sample mass was 5 g and solution volume was 200 cm³. After alkalization the samples were neutralized with diluted acetic acid followed by distilled water rinsing and drying in air. Chitosan treatment was performed in freshly prepared solutions with concentrations of 1, 5 and 10 g/dm³. Liquor ratio in chitosan treatment was 1:20, treatment temperature 25 °C for 20 min with continuous stirring. To characterize surface morphological changes on polyester surface scanning electron microscope JEOL JCM 5300 (Jeol – Japan) was used.

Reactive dye C.I. Reactive Red 3, molecular mass 774,048 g/mol (Bayer – Germany), was used for dyeing of pretreated samples. In the experiment, pretreated polyester and cotton fabric samples and factory blend of PET/cotton 50/50 were simultaneously dyed. In simultaneous dyeing, mass ratio of components was 50:50. Sample mass was 4 g and liquor ratio 1:45, t=80°C, 1,5% RR3, 60g/dm³ NaCl, 20g/dm³ Na₂CO₃.

3. Results and Discussion

Fiber surface photographs using SEM reveal very significant differences in surface appearance between untreated samples and samples treated in NaOH solution with various intensities. Untreated fiber has a smooth surface with a number of visible white particles (Fig. 1a). These particles are oligomers that migrated and crystallized on the surface during stretching and thermal processing. At moderate levels of hydrolysis, rifts and ellipsoidal pits (Fig. 1b) appear on fiber surface and enlarge with further mass loss (Fig. 1c).

Based on fiber surface morphology changes it could be concluded that reaction of polyester with alkali starts on fiber surface where high negative charge [7] of fiber acts as a barrier hindering penetration of hydroxyl ions to fiber core.

Shorter chains, produced as a result of hydrolysis, are removed into solution resulting in mass loss and changes of surface structure. It is, therefore, presumable that polymer degradation occurs on areas of decreased structure order where polymer density and energy of side bonds are lower facilitating access of alkali.

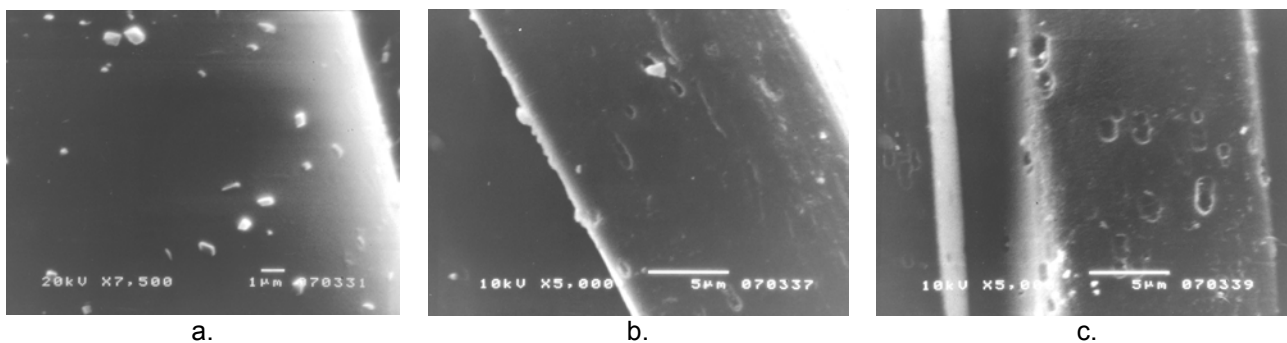


Figure 1: a) Scanning micrograph of untreated PET; b) Scanning micrograph of alkalized PET ML=6,62%; c) Scanning micrograph of alkalized PET ML=13,01%

Table 1 shows relative increase of terminating carboxyl groups in alkali treated samples compared to the original sample. The relative increase is 1,85 – 3 times higher, because it is not possible to establish a simple relation between the number of terminal carboxyl groups and mass loss, i.e. higher mass loss does not necessarily mean higher number of terminal groups. Polyester modified in this way can react through its new functional oxygen groups with various substances, and in that aspect it is similar to natural fibers.

In Table 1 given are intensity values of reactive dye (K/S) and percentage of dye intensity increase (I) after alkaline treatment. A trend of increased absorption of reactive dye on all modified samples was observed.

For increased absorption of reactive dye from 64 to 143% on alkalized polyester samples, new incorporated OH groups on the ends of depolymerized polyester chains are responsible.

Table 1: Relative increase of COOH group number for alkali hydrolyzed PET fabrics

Index of COOH group	Mass loss, %	Sample designation	Treatment condition
1	-	R	untreated
1,85	0,66	A	80 °C, 20 min, 15 g/dm ³ NaOH
2,13	1,98	B	80 °C, 60 min, 15 g/dm ³ NaOH
2,03	2,45	C	80 °C, 90 min, 15 g/dm ³ NaOH
2,26	6,62	D	80 °C, 40 min, 50 g/dm ³ NaOH
2,61	9,74	E	80 °C, 60 min, 50 g/dm ³ NaOH
3,01	16,23	F	80 °C, 60 min, 80 g/dm ³ NaOH

Cotton fabric samples after alkaline treatment absorb 14-28% more dye as a result of changes in supramolecular structure during hot alkaline treatment. When cotton is treated with an alkaline solution a good mercerization effect is achieved because cellulose crystal structure is modified and percentage of amorphous regions is increased [8]. By increasing non crystal regions, swelling of fiber is increased and dye penetrates more easily into fiber. Modified polyester fabrics have better concurrent dyeing with cotton and it can be asserted that intensity increase of 18-24% on factory blend is a contribution of both fibers.

Table 2: Simultaneous dyeing results of polyester, cotton and factory blend samples pretreated with alkali solution

Sample	K/S	I, %
R pet	0,028	-
A pet	0,046	64,3
B pet	0,048	71,4
C pet	0,047	67,8
D pet	0,050	78,6
E pet	0,056	100
F pet	0,068	142,8
R cot	2,81	-
A cot	3,61	28,5
B cot	3,45	22,8
C cot	3,23	14,9
D cot	3,42	21,7
E cot	3,56	26,7
F cot	3,20	13,9
R bld	0,71	-
A bld	0,88	23,9
B bld	0,88	23,9
C bld	0,86	21,1
D bld	0,87	22,5
E bld	0,84	18,3
F bld	0,85	19,7

pet – polyester; cot – cotton; bld – factory blend pet/cotton

Hybrid treatments of textile material combining surface modification of fibers and deposition of compound with higher dye adsorption capacity are potentially the most effective for improved dye yield from technological solution. On combined treated samples of polyester fabric (alkalization and 5 g/dm³ chitosan solution treatment) quantity of C.I. Reactive Red 3 is dramatically increased so that dye intensity is increased 16,8-21,5 times (Table 2).

Cotton fabric samples treated with combined methods and dyed in the same solution with polyester fabric also have higher absorption capacity and fixation degree and the yield is higher, up to 65%.

Percentage of reactive dye intensity increase on blended fabric was 66-105% and it is significant in terms of economy and environmental protection, because with higher dye utilization degree from technological solution, the required dye quantity to achieve a specified color shade is reduced and dye quantity reaching waste water is also reduced.

Table 3: Simultaneous dyeing results of polyester, cotton and factory blend samples pretreated with alkali and chitosan solution (5g/dm³)

Sample	K/S	I, %
R pet	0,028	-
AH5 pet	0,52	1757
BH5 pet	0,51	1721
CH5 pet	0,53	1792
DH5 pet	0,57	1935
EH5 pet	0,50	1685
FH5 pet	0,63	2150
R cot	2,81	-
AH5 cot	3,65	29,9
BH5 cot	4,16	48,0
CH5 cot	3,34	18,9
DH5 cot	4,63	64,8
EH5 cot	3,56	26,7
FH5 cot	3,22	14,6
R bld	0,71	-
AH5 bld	1,46	105,6
BH5 bld	1,19	67,6
CH5 bld	1,47	107,0
DH5 bld	1,40	97,2
EH5 bld	1,33	87,3
FH5 bld	1,18	66,2

4. Conclusion

One bath dyeing of cotton-polyester blends with one dye progressively attracts scientific and industrial interest because it can to a great extent facilitate color matching and lower production costs. In this respect, modification and pretreatment with suitable compounds have been studied in order to improve fiber sorption properties.

Alkaline treatment modifies physically and chemically the surface of polyester fiber and at the same time mercerizes cotton favorably affecting absorption of C.I. Reactive Red 3 dye resulting in 24% increase of color intensity on factory blend.

Hybrid treatment combining alkaline and chitosan treatment is the most effective resulting in 100% increase of reactive dye intensity on factory blend with high color matching on components and with retained high dye fixation degree and color fastness it can enable a new approach to textile dyeing and finishing.

References

- [1] Mokhtari, J. et al: Novel hydrolysable azo disperse dyes based on N-ester-1,8-naphthalimide:dyeing of polyester-cotton blends, *Coloration Technology*, Vol 124 (2008) 5, 295.
- [2] Koh, J. & Park, J.: One-bath Dyeing of PET/cotton Blends with Azohydroxypyridone Disperse Dyes Containing a Fluorosulfonyl Group, *Fibers and Polymers* Vol 9 (2008) 2, 128
- [3] Koh, J. Alkali-hydrolysis kinetics of alkali-clearable azo disperse dyes containing a fluorosulphonyl group and their fastness properties on PET/cotton blends, *Dyes and Pigments*, Vol 64 (2005) 1, 17
- [4] Youssef, Y. A. et al: Alkaline dyeing of polyester and polyester/cotton blend fabrics using sodium edate, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol 108 (2008) 1, 342
- [5] Lee, J. J. et al: One-bath dyeing of a polyester/cotton blend with reactive disperse dyes from 2-hydroxypyrid-6-one derivatives, *Coloration Technology*, Vol 119 (2003) 3, 134
- [6] Walawska, A.; Bilipovska, B. & Rybicki, E. Dyeing polyester and cotton-polyester fabrics by means of direct dyestuff after chitosan treatment, *Fibres & Textiles Eastern Europe*, Vol 11 (2003) 2, 71
- [7] Grancaric, A. M.; Tarbuk, A. & Pusic, T.: Elektrokinetic properties of textile fabrics, *Coloration Tecnology*, Vol 121 (2005) 4, 221
- [8] Ibanescu, C.; Schimper, C. & Bechtold, T.: Alkaline treatment of cotton in different reagent mixtures with reduced water content, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol 99 (2006) 5, 2848

PRIMJENA PRIRODNIH ZEOLITA U ZAŠTITI OKOLIŠA

APPLICATION OF NATURAL ZEOLITES IN ENVIRONMENT PROTECTION

Branka VOJNOVIĆ; Karmen MARGETA; Mario ŠILJEG; Štefica CERJAN-STEFANOVIĆ
 & Ljerka BOKIĆ

Sažetak: U ovom radu sažeta su saznanja i vlastita iskustva o mogućnosti iskorištavanja svojstava prirodnog zeolita kod završnog stupanja obrade vode za uklanjanje od tragova metalnih iona kao kroma, arsena i srebra. Arsen, prisutan u prirodnim vodama je genetskog porijekla zbog procesa razlaganja minerala, kojim prolaze podzemne vode. Ostali ispitivani metalni ioni su uglavnom antropogenog porijekla zbog utjecaja kemijske, tekstilne i metalurške industrije.

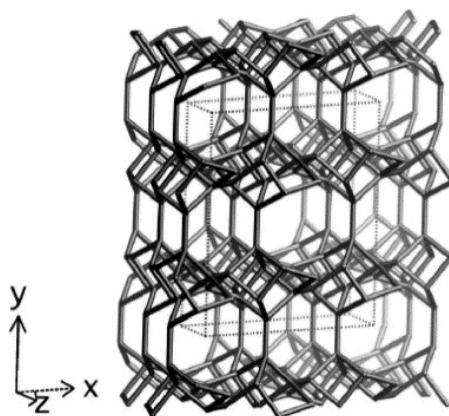
Abstract: This paper summarize the findings and own experience about the possibility of exploiting the properties of natural zeolite in the final entry processing water to remove traces of metal ions like chromium, arsenic and silver. Arsenic is present in natural waters is the genetic origin due process of decomposition of minerals, they are passing through the groundwater. Other examined metal ions are mainly of anthropogenic origin due to the chemical, textile and metallurgical industries.

Cljučne riječi: prirodni zeoliti, klinoptilolit, metalni ioni, ionska izmjena.

Keywords: natural zeolites, clinoptilolite, metal ions, ion exchange

1. Uvod

Zeoliti su hidratizirani alumosilikati, jedinstvene trodimenzionalne strukture, sastavljeni od primarnih i sekundarnih jedinica SiO_4 i AlO_4 tetraedara međusobno spojenih kisikovim atomima. Za strukturu zeolita karakteristična je specifična umrežena struktura sa šupljinama koje su međusobno povezane kanalima određenog oblika i veličine. Šupljine i kanali u prirodnom zeolitu sadrže vodu (do 25% njihove mase). Površinski negativni naboj alumosilikatne strukture, uzorkovan je izomorfnom zamjenom Si^{4+} sa Al^{3+} a kompenziran je hidratiziranim alkalijskim i zemnoalkalijskim kationima koji se mogu izmijeniti sa ionima (kationima) iz otopine u kontaktu sa zeolitom. Priroda ionske veze ovih kationa i kristalne rešetke zeolita omogućava njihovu pokretljivost, zamjenu drugim ionima ili dehidraciju bez razgradnje silikatnog kostura. Kao specifičnost strukture zeolita, ističe se „zeolitna voda“. U uvjetima povišene temperature ili tlaka, vrlo lako dolazi do procesa dehidracije kao i do hidratacije kada se zeolit nalazi u kontaktu sa vodom ili vodenim otopinama. Formula jedinične ćelije zeolita može se prikazati kao $\text{M}_{x/2}[(\text{AlO}_2)_x(\text{SiO}_2)_y] \cdot n \text{H}_2\text{O}$, gdje je z – naboj kationa M a n – broj molekula vode.



Slika 1: Trodimenzionalna struktura zeolita – klinoptilolita [1]

Zeoliti, uz svojstva reverzibilne i selektivne ionske izmjene, imaju i svojstva selektivne sorpcije plinova, para i tekućina te svojstva molekularnih sita. Mogu se koristiti i kao katalizatori u tehnološkim procesima, a najviše se koristi njihovo svojstvo ionske izmjene. Osim u procesima uklanjanja teških metala i radioaktivnih tvari, svojstvo ionske izmjene koristi se u procesima mekšanja vode, gdje se ioni alkalijskih metala (Na^+ , K^+) iz zeolita zamjenjuju sa Ca^{2+} i Mg^{2+} ionima zaslužnima za tvrdoću vode. Sorpcija plinova svojstvo je koje

koriste razna sredstva za upijanje vlage i mirisa. Ovakav način uporabe zeolita susrećemo svakodnevno pri upotrebi "pijeska za životinje", te kao dodatak stočnoj hrani. Zeoliti kao katalizatori koriste se u kod organskih reakcija, kao što je krekiranje sirove nafte, izomerizacija i sinteza goriva, te u sintezi visokovrijednih kemikalija, npr u farmaceutici. Zeoliti se često upotrebljavaju u građevinarstvu i industriji cementa [2] Svojstvo prirodnih zeolita vezanja toksičnih metala, organskih liganada i plinova, a ekonomična cijena, uvrštava ga u najvažnije prirodne materijale u zaštiti okoliša.

U ovom radu sažeta su saznanja i vlastita iskustva o mogućnostima iskorištavanja svojstava prirodnog zeolita s dominantnim udjelom klinoptilolita [3] kod završnog stupanja obrade vode za uklanjanje tragova metalnih iona kroma, arsena i srebra. Ispitana su nalazišta prirodnih zeolita u Hrvatskoj (Donje Jesenje) i Srbiji (Vranjska Banja).

2. Eksperimentalni dio

Za kinetička i sorpcijska istraživanja prirodnog zeolita upotrijebljeni su uzorci zeolita prethodno pravilno uzorkovani kojima se odredila veličine i distribucija čestica. Za provedena istraživanja uzorci zeolita prosijani su na veličinu čestica od 64 do 100 μm i zatim osušeni u sušioniku na 105°C. Dosadašnja istraživanja prirodnog zeolita iz ovih područja (D. Jesenje, Hrvatska i V.Banja, Srbija) pokazala su da uzorci zeolita sadrže tri osnovne komponente: klinoptilolit (74-82 %), kvarc (7-13 %) i feldspat (11-15 %). Klinoptilolit je aktivna komponenta za sorpcijske i ionsko-izmjenjivačke procese. Kemijska modifikacija prirodnog zeolita, koja utječe se na efikasnost sorpcijskih procesa, provedena je upotrebom anorganskih soli (2 M NaCl, 0,1 M FeCl_3 u acetatnom puferu) i 0,1 M HCl. Na pripremljenim uzorcima prirodnog (PZ) i modificiranih zeolita (NaZ, NaFeZ i HNaFeZ) provedena su kemijska i mineraloška istraživanja. Uzorci prirodnog (PZ) i modificiranih zeolita (NaZ, NaFeZ i HNaFeZ) termički su obrađeni na temperaturama od 25 - 900°C, 1 sat. Termičkom predobradom dolazi do strukturnih promjena u uzorcima zeolita. Provedena mineraloška istraživanja pokazuju da uzorci tretirani na 900 °C nemaju početni mineraloški sastav osnovnih komponenata odnosno više nije prisutna klinoptilolitna faza [4].

2.1 Kemijska analiza prirodnih i modificiranih zeolita

Kemijski sastav prirodnih i modificiranih zeolita određivan je klasičnom kemijskom analizom pri čemu je određivan sastav oksidnih komponenti u uzorcima zeolita. Glavne oksidne komponente (SiO_2 i Al_2O_3) izražene u masenim udjelima su: za uzorak prirodnog zeolita (PZ) 78,6% a za uzorke modificiranih zeolita NaZ 81,0%, NaFeZ 76,3% i HNaFeZ 76,7 %. Ostale oksidne komponente (Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO, MgO) zastupljene su u masenim udjelima od 8,6% PZ, 10,7% NaZ, 12,5% NaFeZ i 12,6% HNaFeZ. Modifikacijom prirodnog zeolita (PZ) u natrijevu formu dolazi do povećanja masenog udjela Na_2O od 3-5 % u uzorcima modificiranih zeolita, a modifikacijom u željezovu formu dolazi do povećanja masenog udjela Fe_2O_3 od 7 % u odnosu na prirodni zeolit.

2.2 Mineraloška karakterizacija prirodnog i modificiranih zeolita

Mineraloška karakterizacija prirodnog (PZ) i modificiranih zeolita (NaZ, NaFeZ i HNaFeZ) provedena je većim brojem metoda. Metodom rendgenske difrakcijske analize (XRD) potvrđeno je da modifikacijom prirodnog zeolita u natrijevu i željezovu formu ne dolazi do promjena u osnovnom zeolitnom sastavu te da su i nakon modifikacije prisutne osnovne faze: klinoptilolit, kvarc i feldspati. Pretražujućom elektronskom mikroskopijom (SEM) dobivene su SEM snimke koje pokazuju prisutnost klinoptilolitne faze koji prema svojoj morfologiji pripada lisnatim (ljuskastim) zeolitima. Modifikacijom u natrijevu formu na površini klinoptilolitne faze dolazi do djelomične adsorpcije NaCl. Modifikacijom u željezovu formu na površini zeolita dolazi do adsorpcije željezovih oksidnih hidroksida. Termičkom predobradom na povišenim temperaturama (iznad 300 °C) dolazi do faznih transformacija i prelasaka željezovih oksidnih hidroksida u željezove okside. Elementarna analiza (EDAX) uzoraka prirodnih i modificiranih zeolita pokazala je podudarnost sa rezultatima dobivenim klasičnom kemijskom analizom. Modifikacijom uzoraka prirodnog zeolita PZ u Na-formu (NaZ) uočene su male promjene u povećanju specifične površine određene BET analizom (za uzorak PZ 25 m²/g a za uzorak NaZ 26 m²/g). Međutim za uzorak zeolita u modificiran u Na i Fe-formu (NaFeZ) povećanje površine u odnosu na prethodno navedene uzorke zeolita je za 71% veće, a takvo povećanje specifične površine omogućava i povećanje broja aktivnih mjesta na zeolitnoj površini [4]. Termogravimetrijska (TG) i diferencijalno termogravimetrijska analiza (DTG) pokazuju određena odstupanja u promjeni mase kod uzoraka željezom modificiranih zeolita. Modifikacijom u željezom modificiranu formu na površini zeolita dolazi do stvaranja željezovih oksidnih hidroksida koji uzrokuju nastale promjene prilikom mjerenja ovim metodama.

3. Rezultati i rasprava

3.1 Primjena željezom modificiranih zeolita za uklanjanje arsenovih iona iz voda

Kinetika procesa praćena je u otopinama nakon uravnoteženja sistema modificirani zeoliti/otopine arsena. Koncentracije arsenovih iona određivane su atomskom spektrometrijom sa termalnom pobudom (Perkin Elmer Analyst 800). Rezultati učinkovitosti uklanjanja arsenovih iona pokazuju da pri nižim koncentracijama početnih otopina arsena (0,1 – 5 mg/L), koncentracije arsena u eluatima su vrlo niske odnosno ispod granice detekcije. Efikasnost uklanjanja ovisno o prisutnosti arsenovih spojeva i pH vrijednosti otopine je od 90 – 100 %. Kod viših koncentracija početnih otopina arsena (10 – 300 mg/L), koncentracije arsena u eluatima nakon kontakta modificirani zeolit otopina dobivene su više vrijednosti u eluatima u odnosu na niže početne koncentracije uz efikasnost uklanjanja arsenovih spojeva od 90 – 95 % ovisno o pH vrijednosti otopina [5]. Slobodna energija izmjene ΔG za sorpciju arsena na zeolite dobivena iz Freundlichove konstante K, i njezina negativna vrijednost ($\Delta G = - 4,79$ kJ/mol i $\Delta G = - 3,71$ kJ/mol) pokazatelje je spontanog i ireverzibilnog procesa uz stvaranje jakih kemisorpcijskih veza u sistemu zeolitna rešetka - željezovi oksid-hidroksidi – arsen [6,7].

3.2 Primjena modificiranog prirodnog zeolita za uklanjanje iona kroma iz voda

U daljnjim istraživanjima nastojale su se ispitati mogućnosti korištenja prirodnog zeolita za uklanjanje iona kroma iz vodenih otopina, odnosno otpadnih voda. Koncentracije kroma u ispitivanim otopinama bile su se u području od 0,5 do 20 mg/L, što je očekivano koncentracijsko područje iona kroma u realnim uzorcima otpadnih voda tekstilne i kožarske industrije. Dobiveni rezultati su pokazali da ion izmjenjivačka svojstva zeolita ovise o vrsti izmjenjivih iona. Kemijskom obradom prirodnog zeolita, prevođenjem u Na formu, povećava se i njegov afinitet prema ionima kroma. Masa kroma u različitim ionskim oblicima, koja se vezala na prirodni zeolit te modificirani Na-zeolit određena je spektrofotometrijski s difenilkarbazidom, iz razlike početne koncentracije iona kroma i koncentracije u otopini nakon uravnoteženja u ovisnosti o početnoj masi zeolita. Prema potrebi, provedena je oksidacija trovalentnog kroma s kalijevim permanganatom. Nakon određivanja optimalnih uvjeta za određivanje kroma koji se vezao na zeolit, pristupilo se određivanju ukupnog kapaciteta uzoraka zeolita te proučavanju vezanja različitih vrsta kromovih iona na uzorke zeolita, ovisno o početnoj koncentraciji kromovih iona i vremenu kontakta te kemijskoj obradi uzoraka zeolita (Na-forma). Na-forma (NaZ) ima 18 % veći ukupni kapacitet izmjene, koji iznosi 11,38 mg Cr³⁺/g zeolita u odnosu na prirodni zeolit koji iznosi 8,32 mg Cr³⁺/g zeolita. Prirodni zeolit preveden u natrijev oblik, NaZ, pokazao se efikasnijim od kemijski neobrađenog zeolita kod vezanja i sorpcije kroma. To je naročito izraženo kod vezanja Cr³⁺ iona, gdje se NaZ pokazao efikasnijim za gotovo 20 % a kod adsorpcije kromata manje od 3% [8,9].

3.3 Primjena modificiranog prirodnog zeolita za uklanjanje iona srebra iz voda

Također se nastojalo ispitati mogućnost uklanjanja iona srebra iz vodenih otopina pomoću prirodnih zeolita prevedenih u Na-formu uravnoteženjem s otopinom NaCl. Ispitivanjem vremena potrebnog za uravnoteženje najveći udio sorpcije postignut je na početku uravnoteženja (u prvih 25 min) a maksimum se dostiže unutar 60 minuta. Zbog vrlo kratkog vremena uravnoteženja/sorpcije, prirodni zeolit iz područja D. Jesenja, Hrvatska (NaZDJ) i prirodnog zeolita iz područja V. Banje, Srbija (NaZVB), mogu se koristiti kao vrlo efikasni materijali za vezanje/uklanjanje Ag⁺ iona. Ispitivanjem utjecaja pH vrijednosti otopina sorpcije Ag⁺ iona na uzorke zeolita pokazalo je da povećanjem pH vrijednosti raste i količina vezanog srebra iz otopine i dostiže maksimum između pH vrijednosti od 4 – 5. Utjecaj početne koncentracije Ag⁺ iona na sorpciju, ispitivan je za niz otopina srebra početnih koncentracija od 5 do 120 mg/L. Maksimalni kapacitet AgZDJ iznosio je 64,58 mg/g, a za AgZVB 82,70 mg/g. U daljnjim istraživanjima utvrđeno je da dodatkom jakog kompleksirajućeg sredstva, EDTA, dolazi do slabijeg otpuštanja iona srebra iz strukture zeolita kroz 8 ciklusa desorpcije. Na osnovu navdenog može se zaključiti da se kinoptilolit može upotrebljavati u više ciklusa nakon desorpcije kao sredstvo za vezanje iona srebra iz vodenih otopina a bez značajnijeg smanjenja sorpcijskog kapaciteta prema ionima srebra [10].

4. Zaključak

Iz dosadašnjih saznanja i bogatih vlastitih iskustva o mogućnostima iskorištavanja svojstava prirodnog zeolita s dominantnim udjelom kinoptilolita kod završnog stupanja obrade vode za uklanjanje metalnih iona kroma, arsena i srebra može se zaključiti da adekvatno modificirani prirodni zeoliti iz Donjeg Jesenja i Vranjske Banje mogu poslužiti kao vrlo učinkovita sredstva za uklanjanje iona metala iz pitkih i otpadnih voda. To je uspješno dokazano istraživanjima na pilot uređaju za pročišćavanje voda za piće u Kneževim

vinogradima, Baranja [11]. Temeljem znanstveno istraživačkog iskustva i značajnih rezultata dobivenih na projektu Eureka E14208 PUREWATER, dobiven je novi, prirodni materijal za uklanjanje toksičnih iona, materijal koji ima prihvatljiva svojstva za samostalnu primjenu i a prije svega i financijsku opravdanost za njegovo korištenje [12].

Literatura

- [1] Baerlocher Ch. et al.: *Atlas of Zeolite Framework Types* (fifth ed.). Elsevier, Amsterdam (2001)
- [2] Margeta, K.; Farkaš, A.; Glasnović, Z.; Građevinski materijali budućnosti, *Građevinar* **63** (2011), 11., str. 1009 – 1012.
- [3] Cerjan Stefanovi Š. i sur.: Structural investigation of Zn²⁺ sorption on clinoptilolite tuff from the Vranjska Banja deposit in Serbia, *Microporous and mesoporous materials*. **105** (2007), 3., str. 251-259
- [4] Margeta, K.; Cerjan Stefanović, Š.; Vojnović, B.: Characterization and stability of thermally modified zeolitic filter for water treatment, *Proceedings of 2nd Slovenian-Croatian Symposium on Zeolite*, Bronić, J. & Novak Tušar, N. (ur.). 91-94, Ljubljana, Slovenia, listopad 2009, Croatian Zeolite Association (CROZA), Ljubljana (2009)
- [5] Šiljeg, M.: Sorpcija arsena iz podzemnih voda na modificirani prirodni zeolit, doktorska disertacija, Zagreb: Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, 2008,
- [6] Šiljeg, M. i sur.: Structure investigation of As(III)- and As(V)-species bound to Fe-modified clinoptilolite tuffs, *Microporous and Mesoporous Materials*, **118** (2009), 1-3., str. 408-415
- [7] Margeta, K. i sur.: Possibility of arsenic sorption on chemically modified natural zeolite - characterization and application, *8th International Conference on the Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites (Zeolite 2010)*, Petrov, O. & Tzventanova, Y. (ur.), Sofia, Bulgaria, International Natural Zeolite Association, Sofia (2010)
- [8] Cerjan Stefanović, Š. i sur., Application of natural and modified zeolite filters for removal of metal ions from water, *5th Workshop Eureka*, Kaučič, V. & Zabukovec Logar, N. (ur.). Ljubljana, Slovenija, National Institute of Chemistry, Ljubljana (2011)
- [9] Vojnović, B. i sur. Application of natural zeolites in metal ions removal from textile wastewater; *Book of Proceedings of the 4th International Textile, Clothing & Design Conference*, Dragčević, Z. (ur.); str. 1130-1135, Dubrovnik, Croatia, October 2008, Tekstilno-tehnološki fakultet, (2008)
- [10] Vojnović, B.; Margeta, K.; Cerjan-Stefanović, Š., Natural zeolites as effective adsorbents for silver ions removal, *Magic World of Textiles, Book of Proceedings*, Dragčević, Z. (ur.), str. 955-960, Dubrovnik, Croatia, October 2010., Tekstilno-tehnološki fakultet, (2010)
- [11] Čikara, M.; Šiljeg, M.; Kukučka, M.; Pilot istraživanje korištenja nanofiltracijskih membrana za obradu podzemnih voda Baranje; *MATRIB 2011*, Zdravko S. & Sonja Š. (ur.); str. 14-17, Vela Luka, Hrvatsko društvo za materijale i tribologiju, (2011)
- [12] Margeta, K.; Vojnović, B.; Zabukovec Logar, N., Development of Natural Zeolites for Their Use in Water-Treatment Systems, *Recent Patents on Nanotechnology* **5** (2011)2., str. 89-99



SEKCIJA D

ODJEVNA I OBUĆARSKA TEHNOLOGIJA

SECTION D

CLOTHING AND FOOTWARE TECHNOLOGY

UTJECAJ VRSTE PLETENIH MATERIJALA NA HORIZONTALNE I VERTIKALNE SILE PRITISNE NOŽICE TIJEKOM ŠIVANJA

IMPACT OF KNITTED FABRICS ON HORIZONTAL AND VERTICAL FORCES OF THE PRESSER FOOT DURING SEWING

Bajro BOLIĆ; Darko UJEVIĆ & Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ

Sažetak: Na stabilnost dužine uboda, a samim tim i na kvalitetu šava pri šivanju različitih pletenih materijala utječu mnogi faktori: probodna sila šivaće igle, izbor i napetost šivaćeg konca, finoća i oblik vrška šivaće igle, kao i o vrsti i uvjetima transporta izratka. Jedan od glavnih parametara transporta izratka su vertikalne i horizontalne sile koje nastaju između izratka i sistema transporta. Mjerenjem i analizom tih sila sa šivanjem različitih vrsta pletiva dobit ćemo jasniju sliku u kolikoj mjeri različitosti i osnovne karakteristike pletenih materijala utječu na horizontalne i vertikalne sile pritisne nožice pri transportu izratka, na krajnju kvalitetu šava i gotovog proizvoda.

Abstract: The stability of stitch length, and hence the quality of the seam when sewing different knitted materials are affected by many factors: sewing needle penetration force, selection and sewing thread tension, size and shape of the sewing needle point, and the type and conditions of workpiece transport. Main parameters of the workpiece transport are vertical and horizontal forces generated between the workpiece and the transportation system. By measuring and analyzing these forces when sewing different knitted fabric types a clearer picture of the extent of diversity and basic characteristics of knitted material impact on horizontal and vertical forces of the presser foot during workpiece transport, final seam quality and finished product can be obtained.

Ključne riječi: Horizontalna i vertikalna sila, pritisna nožica, sistem transporta, mjerni uređaj, tehnološki parametri

Keywords: Horizontal and vertical force, presser foot, workpiece transport, measuring system, technological parameters

1. Uvod

Na stabilnost duljine uboda u velikoj mjeri utječu uvjeti posmika izratka. Ti uvjeti ovise o opremi koja se koristi, kao i o svojstvima plošnih proizvoda koji se šivaju. Kod opreme se u prvom redu misli na sustav posmika izratka, preciznost definiranja duljine uboda, kao i o brzini šivanja. Jedan od glavnih čimbenika posmika izratka su vertikalne sile pritisne nožice, kao i horizontalne sile koje nastaju između izratka i sustava posmika. Mjerenjem i analizom horizontalnih i vertikalnih sila na različitim uzorcima pletiva dobit ćemo jasniju sliku u kolikoj mjeri pojedini čimbenici djeluju na posmik izratka, a samim tim na krajnju kvalitetu šava. Kasno uočavanje neadekvatnog transporta i parametara koji utječu na njegovu kvalitetu uzrokuje nepopravljive pogreške u proizvodnji te će se stoga uvođenjem adekvatnih online sustava praćenja kvalitete šava na vrijeme uočiti pogreške u šavu, a samim time odvijat će se proizvodnja adekvatne i zahtijevane kvalitete. Osim posmika izratka, značajni čimbenici za kvalitetan šav su i probodna sila šivaće igle, izbor i napetost šivaćeg konca, finoća i oblik vrška šivaće igle kao i drugi elementi koji direktno ili indirektno utječu na kvalitetu gotovog proizvoda. Blagovremenom korekcijom određenih čimbenika dobit će se kvalitetniji šav koji je jedan od osnovnih uvjeta kvalitetnog proizvoda.

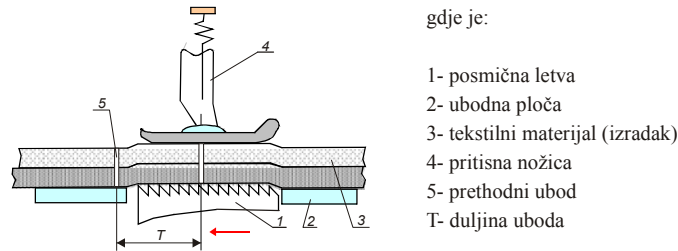
2. Mehanizmi posmika materijala

Mehanizam posmika materijala je dio mehanizma za prijenos i transformaciju gibanja strojnih elemenata šivaćeg stroja koji su smješteni unutar kućišta glave stroja, s izuzetkom manjeg broja dijelova koji se nalaze izvan kućišta, a u koje spada i regulator duljine uboda. [1]. Kod šivaćih strojeva dominantan je prijenos kružnog gibanja, ali postoje i transformacije tog gibanja:

- u pravocrtno oscilirajuće (iglenjača s gibanjem gore-dolje),
- složeno u četiri takta (posmični zupci s pravcima gibanja gore-dolje i naprijed-natrag.) i
- gibanje davala konca.

Transformacije kružnog gibanja u druge vrste gibanja i neuravnoteženost (neizbalansiranost) strojnih elemenata temeljni su uzroci vibracija šivaćeg stroja, posebice pri višim brzinama šivanja.

Usporedo s izvršavanjem procesa pravljenja petlji (uboda), šivači stroj mora - da bi se dobili ubodi periodično premještati materijale ispod igle. Za tu svrhu služi u nju ugrađen mehanizam posmika, materijala. Kod svakog obrtaja glavnog vratila stroja mehanizam posmika premješta šivane materijale za dužinu uboda T, gdje je T razmak između centara otvora (rupica) nastalih na materijalu od dva uzastopna uboda igle (Sl.1.)[2].



gdje je:

- 1- posmična letva
- 2- ubodna ploča
- 3- tekstilni materijal (izradak)
- 4- pritiska nožica
- 5- prethodni ubod
- T- duljina uboda

Slika 1: Posmik izratka

Kod šivaćih se strojeva posmik materijala ostvaruje na dva načina: trenjem izazvanim djelovanjem transporterata na materijale i u specijalnoj vođici-klizaču ili zamjenjivim kasetama.

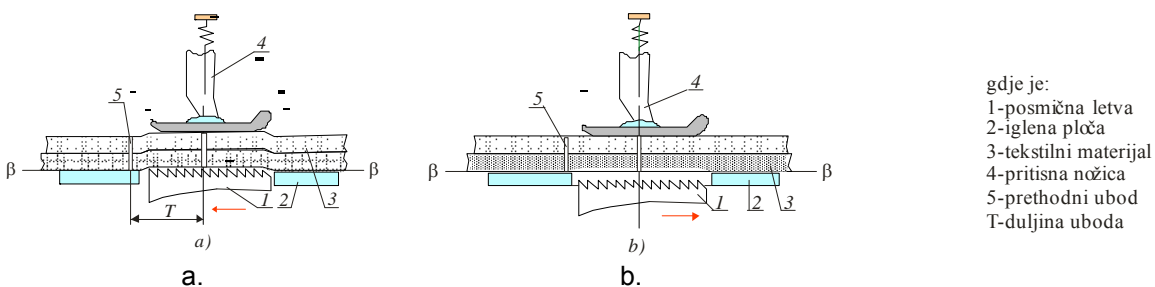
2.1 Posmik materijala posmičnom letvom

Posmik materijala trenjem dijeli se na posmik letvom i posmik valjcima. Posmična letva je dio koji ima površinu s nazubljenim zupcima jednake visine. Zupci imaju nagib s jedne strane pod kutom radi boljeg zahvaćanja i premještanja šivanih materijala. Njihovi vrhovi su zatupljeni do 0,5 mm kako se šivani materijali ne bi oštetili [2].

Ovisno o debljini šivanih materijala, posmična letva može imati različitu visinu p1 zubaca, koja je u granicama 1-2 mm. Za tanke i lagane materijale treba koristiti posmičnu letvu sa sitnijim zupcima. Za posmik letvom (poz.1 Sl.2.a) šivani materijali (poz.3. Sl.2.a) moraju biti postavljeni na iglenu ploču (poz.2. Sl.4.a) i pritisnuti uz nju nožicom (poz.4. Sl.4.a). U procesu rada šivaće mašine letva (poz.1. Sl.2.b) se podiže nad površinom iglene ploče (poz.2. Sl.2.b), zahvaća svojim zupcima materijale (poz.3. Sl.2.b) i premješta ih na potrebnu duljinu uboda T (poz.5 Sl.2.) Spajanje zubaca s materijalom omogućuje pritiskujuća nožica 4, stvarajući odgovarajući pritisak na materijale. Završivši prijenos, letva 1, vraćajući se u prvobitni položaj, odlazi dole, u prorez iglene ploče 2 (Sl.2.b), prestajući djelovati zupcima na materijal. Pomicanje nekoliko slojeva materijala letvom olakšano je time što su ti slojevi već međusobno pričvršćeni prethodnim ubodima 5 [3].

U šivaćim strojevima različite namjene najrasprostranjeniji su mehanizmi posmika zupčastom letvom. To se objašnjava time što taj način premještanja-posmika čuva tekstilne materijale od stvaranja pri izvlačenju, tj. nastajanja uboda-šava. Nabori ne nastaju i zato što su kod nastanka šava šivani materijali 3 stisnuti određenom silom koja djeluje između letve 1 i donje površine pritiskujuće nožice 4. Kod šivanja tekstilnih materijala navedena okolnost čini prijenos letvom jedino primjenjivim.

Usporedo s danim prednostima ovaj način posmika materijala ima i svoje nedostatke. Kao prvo to je ručno pomicanje materijala pod iglom da bi se dobio željeni šav. Ako se letvi ručno ne pomaže kod posmika materijala, oni će se svojevoljno zaokretati ulijevo od igle. To se objašnjava time da će se osnovna masa šivanog materijala uvijek nalaziti lijevo od igle, ako se gleda od strane radnika koji šiva. Na taj način mehanizam letve zahtijeva obvezno sudjelovanje radnika u procesu posmika šivanih materijala [4].



gdje je:

- 1- posmična letva
- 2- iglena ploča
- 3- tekstilni materijal
- 4- pritiska nožica
- 5- prethodni ubod
- T- duljina uboda

Slika 2: Posmik izratka posmičnom letvom

2.2 Mehanizam pritiskne nožice

Da bi posmična letva mogla premještati-posmicati šivane materijale, između nje i materijala mora se stvoriti dovoljna sila trenja. Tu silu omogućava pritisak pritiskne nožice. Namjena pritiskne nožice je i da zadržava šivane materijale na nivou iglene ploče kada se igla i zatezač konca dižu gore. Osim toga pritiskna nožica mora osigurati odgovarajuću zbijenost (stisnutost) šivanih materijala. To znatno olakšava zatezanje konca u ubodu i omogućava u stisnutim-zbijenim materijalima pojavu takvih sila elastičnosti koje u ubodima stvaraju dovoljnu zategnutost i nakon djelovanja pritiskne nožice [4].

Ako pritiskna nožica ima cilindričnu oprugu, sila pritiska te opruge u njutnima može biti izračunata po jednadžbi [5]:

$$F_n = \frac{\lambda G d^4}{8 D^3 n} \quad (1)$$

gdje je: λ - skupljanje cilindrične opruge, $G=8 \times 10^4$ MN/m² - posmični modul čelika; d je promjer žice opruge, D – srednji promjer, n – broj zavojnica

Neophodna sila pritiska nožice na materijale ovisi o njihovoj debljini. Dobivena sila $F_{max}=30$ N odgovara maksimalnoj debljini materijala koji se mogu šivati na razmatranom stroju. U ostalim slučajevima on će biti manji. Kod stroja teškog tipa, gdje debljina šivanih materijala može biti znatno veća nego kod univerzalnih, uzima se $F_{max}= 50$ N [5].

Posebno je važno izabrati pritisak nožice kod šivanja trikotaže. Kod prevelikog pritiska igla koja je dospjela u očicu trikotaže ne može ju razvući. Kao rezultat toga igla, prolazeći kroz očicu, kida ju stvarajući takozvano prosijecanje trikotaže. Stoga se pri šivanju trikotaže uzima što manji pritisak nožice (na primjer držeći se postojećih praktičnih preporuka pri šivanju vunene trikotaže on ne smije biti veći od 20N).

Karakteristično je da se izlaskom zubaca posmične letve ispod iglene ploče opruga nožice skuplja, zbog čega se povećava pritisak nožice na posmičnu letvu. Izračunavanja pokazuju da to povećanje ne prelazi 4% od ranije nađenog maksimalnog pritiska nožice.

3. Analiza sila pri posmiku izratka posmičnom letvom

Vertikalni pritisak koji pritiskna nožica vrši na izradak određuje se namještanjem pritiskne poluge na koju je nožica pričvršćena i može se regulirati. To djelovanje, zajedno sa sustavom posmika, stvara horizontalnu i vertikalnu silu na posmičnim zupcima. Djelovanjem posmičnog uređaja, ubodne pločice i pritiskne nožice, odvija se posmik izratka. To djelovanje ovisi o debljini, strukturi, rastezljivosti izratka kao i o smjeru šivanja. Povećanjem vertikalne i horizontalne sile dolazi do povećanja trenja, zbog čega je neophodno optimirati silu pritiskne nožice kako bi se dobio posmik izratka odgovarajuće kakvoće.

Sila pritiskne nožice najčešće se statički namješta. Mijenja se impulsnim dodirima posmičnog uređaja na pritisknu nožicu. Taj udarni efekt povećava se kod većih brzina šivanja. Ukupnim djelovanjem sustava: iglenjača, pritiskna nožica, sustava posmika i izratka za šivanje, nastaje stezna sila, izazvana titranjem, koja otežava posmik izratka. Bez odgovarajućeg posmika i odgovarajuće sile pritiskne nožice šivanje bi bilo nemoguće. Premala sila pritiskne nožice uzrokuje nekontrolirano kretanje izratka, pri čemu kod povećanja brzine šivanja dolazi do posmičnog nabiranja donjeg sloja izratka, dok prevelika sila pritiskne nožice uzrokuje oštećenja na izratku, pogotovo na osjetljivim finim materijalima kao što je i pletivo.

Stvarni posmik materijala za šivanje uzrokuje potisna sila ili horizontalna sila. Tu silu daje sustav posmika [6]. Nasuprot potisnoj sili, preko materijala za šivanje djeluje tlačna ili vertikalna sila koja dolazi od dna pritiskne nožice.

Tlačna sila pritiskne nožice:

$$F_{pn} = F_N = F_o + F_g \quad (2)$$

gdje je:

F_{pn} - sila pritiskne nožice,

F_o - sila opruge,

F_g - sila gravitacije.

Sila opruge F_s dana je u obliku:

$$F_s = cx \quad (3)$$

gdje je:

c - krutost opruge,
 x - put sabijanja.

Sila gravitacije može se izraziti jednadžbom:

$$F_g = m_{pn}g \quad (4)$$

gdje je:

m_{pn} - masa pritisne nožice.

Na osnovu izraza (2) sila trenja između gornjeg sloja materijala i pritisne nožice F_{T2} može se izraziti kao [3]:

$$F_{T2} = F_{pn}\mu_2 = (F_o + F_g)\mu_2 = (cx + m_{pn}g)\mu_2 \quad (5)$$

gdje je:

μ_2 - koeficijent trenja između gornjeg sloja materijala i pritisne nožice.

Sila trenja između gornjeg i donjeg sloja materijala može se iskazati izrazom:

$$F_{T3} = F_{pn}\mu_3 = (F_o + F_g + G_{m_2})\mu_3 = (cx + m_{pn}g + m_2g)\mu_3 \quad (6)$$

gdje je:

μ_3 - koeficijent trenja između gornjeg i donjeg sloja materijala,
 m_2 - masa materijala 2.

Sila trenja između zupčastog posmičnog elementa i donjeg sloja materijala F_{T1} :

$$F_{T1} = [F_{pn} + (m_1 + m_2)g]\mu_1 = [F_o + F_g + (m_1 + m_2)g]\mu_1 = [cx + m_{pn} \cdot g + (m_1 + m_2)g]\mu_1 \quad (7)$$

gdje je:

$(m_1 + m_2)g$ - sila gravitacije dijela materijala između pritisne nožice i posmičnih zubaca,
 μ_1 - koeficijent trenja između posmičnog elementa i donjeg sloja materijala,
 m_1 - masa materijala 1.

Da bi se posmik mogao ostvariti, moraju biti zadovoljena u ovom slučaju dva uvjeta:

$$I \quad F_{T2} - F_{T3} = 0 \quad (8)$$

$$II \quad F > F_{T1} + F_{T2} \quad (9)$$

gdje je:

F_{T2} - sila trenja između gornjeg sloja materijala i pritisne nožice,
 F_{T3} - sila trenja između gornjeg i donjeg sloja materijala,
 F - vlačna sila, odnosno sila potrebna za posmik materijala,
 F_{T1} - sila trenja između zupčastog posmičnog elementa i donjeg sloja materijala.

4. Eksperimentalni dio

Većina ispitivanja i mjerenja izvedena su na Tekstilno-tehnološkom fakultetu u Zagrebu, a jedan dio - koji se odnosi na horizontalne sile pri procesu šivanja - na Institutu za tekstilne tehnologije i procesno inženjerstvo (ITV), u Denkendorf, Njemačka.

Za eksperimentalni dio istraživanja ispitivanja horizontalnih i vertikalnih sila pri posmiku pletiva u procesu šivanja korištene su tri vrste pletiva:

- desno-desno kulirno pletivo sirovo, oznake dd,
- interlok pletivo 18:1:18:1:3:1 sirovo, oznake int,
- interlok desno-desno bijelo pletivo, oznake intb.

Sva tri pletiva izrađene su od 100% pamučne jednostruke pređe finoće 20 tex za desno-desno kulirno pletivo, tj. uzorak dd; 22 tex za uzorak int, te 16 tex za uzorak intb, osnovnih parametara koji su prikazani u Tab. 1.[6]

Mjereno je po 20 uzoraka za svaku vrstu materijala. Uređaj je za svako mjerenje izmjerio 50 vrijednosti horizontalnih i vertikalnih sila i statistički ih obradio, što znači da su na diagramima prikazani rezultati 1000 mjerenja vrijednosti sila. Zatim su rezultati ponovo statistički obrađeni i prikazani u preglednom dijagramu.

Tablica 1: Osnovni parametri ispitivanih pletiva

Parametri strukture pletiva	Grupe pletiva											
	Desno-desno dd				Interlok int				Interlok intb			
	n	X	S	CV	n	X	S	CV	n	X	S	CV
Dh, oč./cm	10	10,6	0,39	3,72	10	12,50	0,41	3,27	10	14,65	0,41	2,81
Dv, oč./cm	10	15,6	0,44	2,81	10	11,25	0,42	3,78	10	11,6	0,46	3,96
C=Dh/Dv		0,68				1,11				1,26		
D=DhDv		165,4				140,6				169,4		
A, mm		0,85				0,92				0,80		
B, mm		0,70				0,79				0,70		
Dp, mm	10	0,70	0,01	0,25	10	0,90	0,14	1,58	10	0,64	0,01	1,73
l _e , mm	10	3,40	0,18	5,41	10	4,18	0,17	4,04	10	2,82	0,16	5,74
Lp, mm/cm ²		552,4				582,1				478,1		
M, g/m ²	10	188,6	4,27	2,26	10	230,5	9,88	4,29	10	188,2	5,35	2,84

gdje je:

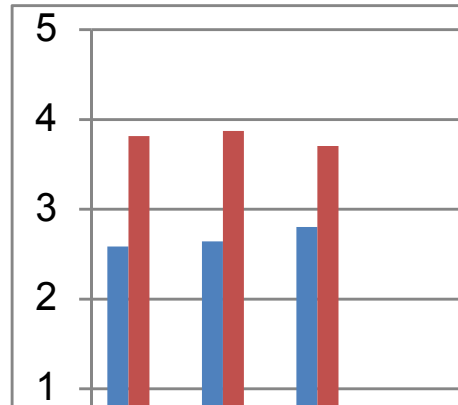
- Dh - zbijenost očica u redu pletiva, broj očica na cm,
- Dv - zbijenost očica u nizu pletiva, broj očica na cm,
- C - koeficijent zbijenosti očica,
- D - zbijenost očica na jedinici površine, oč./cm²,
- A - korak očice, mm,
- B - visina reda očica, mm,
- Dp - debljina pletiva, mm,
- l_e - utrošak niti u očici određen eksperimentalno, mm,
- Lp - utrošak niti u jedinici površine, mm/cm²,
- M - masa četvornog metra pletiva određena vaganjem, g/m²,
- n - broj mjerenja,
- X - aritmetička sredina,
- S - standardna devijacija,
- CV - koeficijent varijacije.

Tablica 2: Izmjerene srednje vrijednosti horizontalnih i vertikalnih sila [6]

VRSTA PLETIVA	F _{NH} [N]	F _{NV} [N]
dd	2,585	3,815
int	2,640	3,870
intb	2,800	3,703

Autor [6] je detaljno statistički obradio dobivene rezultate posebno za svaki utjecajni faktor koji je ispitivao a koji je eksperimentalno i dokazao.

Iz dobivenih rezultata uočljivo je da su kod sva tri pletiva značajno veće vertikalne sile pritiskne nožice od horizontalnih, kao i to da su horizontalne sile najveće kod intb pletiva, a najmanje kod dd pletiva. Kod vertikalnih sila najveće vrijednosti su izmjerene kod int pletiva a najmanje kod intb pletiva što se može objasniti time da je int pletivo imalo najveću debljinu a intb najmanju. Sigurno je da su i drugi parametri mjenjenih pletiva imali značajan utjecaj na izmjerene vrijednosti horizontalnih i vertikalnih sila pritiskne nožice pri šivanju dva sloja materijala, kao što su brzina okretaja glavnog vratila šivaćeg stroja, kao i broj prošivanih slojeva istog pletiva.



Slika 3: Izmjerene vrijednosti horizontalnih i vertikalnih sila izraženih u N

Sa slike 3 jasno uočavamo značajne razlike horizontalnih od vertikalnih sila pritiskne nožice kod sva tri ispitivana uzorka, kao i razlike horizontalnih i vertikalnih sila koje nisu velike, ali su jako značajne.

5. Zaključak

Na osnovu teoretske analize i eksperimentalnog dijela ovog rada vidimo da su mnogi utjecajni faktori horizontalnih i vertikalnih sila pritiskne nožice kod šivanja pletenih materijala. Zbog osjetljivosti tih materijala na sile pri posmiku neophodno je uskladiti sve utjecajne čimbenike, prije svega početnu vertikalnu silu pritiskne nožice, brzinu okretaja glavnog vratila šivaćeg stroja, napetost konca, kako bi dobili ravnomjerniji šav, šav zahtijevane kvalitete. Samim tim smanjiti će se greške u proizvodnji i povećati produktivnost.

Literatura

- [1] Rogale D., Ujević D., Firšt Rogale S., Hrastinski M.: Tehnologija proizvodnje odjeće sa studijem rada, Tehnički fakultet Bihać, 2005.
- [2] Karabegović I., D. Ujević, B. Bolić: Analiza uticajnih parametara na transport tkanina i pletiva pri procesu šivanja, ITC&DC 2006, Magic world of Textiles, Dubrovnik, 8.-11. listopada 2006.
- [3] Nikolić G., Šomođi Ž.: Numerical Dynamic Analysis of Fabric Transport in the Sewing Processing of the 14th International DAAAM Symposium, ed. B. Katalinić, Vienna (2003)
- [4] Karabegović I., Ujević D., Hodžić D., Karabegović E., Bolić B.: Dinamičko matematički model vertikalnih sila kod transporta, Izmir 2008.
- [5] Ujević D., Knez B.: Utjecaj karakterističnih parametara na probodne sile šibaćih igala, IMCEP 1994. Tehnički fakultet Maribor
- [6] Bolić B.: Magistarski rad TTF Zagreb 2009

OSOBNA ZAŠTITNA ODJEĆA IZMEĐU ZAHTJEVA NORMI I UPORABE

PERSONAL PROTECTIVE CLOTHING BETWEEN THE STANDARDS AND CRITERIA OF USE

Anica HURSA ŠAJATOVIĆ; Daniela ZAVEC PAVLINIĆ; Zvonko DRAGČEVIĆ;
Zvonko OREHOVEC & Tatjana BELINIĆ

Sažetak: U radu je opisana interventna zaštitna odjeća za vatrogasce. Posebna pažnja usmjerena je na zaštitnu odjeću namijenjenu za zaštitu od topline i plamena koja uključuje interventnu jaknu i hlače. Opisana su rješenja dizajna, oblikovanja i konstrukcije i pojedinih dijelova zaštitne jakne i hlača koje su izložene toplinskom djelovanju i mehaničkim oštećenjima tijekom uporabe. Opisani su zahtjevi za ergonomiju i udobnost odjeće koji se moraju uvažavati prilikom dizajna, oblikovanja i konstrukcije osobne zaštitne opreme za vatrogasce. Također su opisani i zahtjevi prema normama koje navedena zaštitna odjeća mora zadovoljavati.

Abstract: Protective clothing for firefighters is described. Special attention is focused on the protective clothing specially designed for protection from heat and flame, which includes intervention jacket and trousers. Design solutions and construction of certain parts of the protective jacket and trousers that are exposed to thermal effects and mechanical damage during use are described. The requirements for ergonomics and comfort of clothing that have to be considered when designing and construction of personal protective equipment for firefighters are described. The requirements according to standards that protective clothing have to satisfy are described.

Ključne riječi: Osobna zaštitna odjeća, vatrogasci, sigurnost, ergonomska udobnost, dizajn, norme

Keywords: Personal protective clothing, firefighters, safety, ergonomical comfort, design, standards

1. Uvod

Ljudsko je tijelo tijekom radnog procesa izloženo raznim opasnostima. Zaštitna odjeća, osim što štiti radnika, ponekad sprječava kontaminaciju proizvoda, prije svega u prehrambenoj, farmaceutskoj i industriji elektronike. Kako bi se odabrala zaštitna odjeća koja će odgovarati namjeni i specifičnostima radnog mjesta, potrebno je uz procjenu rizika napraviti analizu ergonomskih zahtjeva radnog mjesta, uvjeta okoliša, proučiti utjecaj ergonomije na rad i ugođaj čovjeka u radnom prostoru. Takva odjeća mora biti izrađena od kvalitetnih materijala posebnih svojstava koji će joj osigurati dugi životni vijek i što jednostavnije održavanje [1]. Cilj ovog rada je prikazati zahtjeve koji su propisani standardima i zahtjeve koji se postavljaju na odjeću tijekom uporabe, te njihovo združivanje i primjena kroz dizajn, oblikovanje i konstrukciju zaštitne odjeće za vatrogasce.

Zaštitna odjeća najčešće pruža više zaštitnih funkcija istodobno, ali je podijeljena prema glavnoj odnosno osnovnoj zaštitnoj funkciji koju ima. Na radnim mjestima gdje je toplina utjecajni čimbenik radnog okoliša koristi se toplinska zaštitna odjeća. Takva radna mjesta su u industriji: željezare, čeličane, ljevaonice, tvornice stakla, industrija prerade i skladištenja nafte i derivata, te zapaljivih plinova i tekućina, vatrogasci, električari pri radu pod naponom, zavarivači, vozači i serviseri u formuli F1, piloti, intervencijske službe, vojne postrojbe i dr. [1-3].

2. Općenita norma za zaštitnu odjeću

Opća norma za zaštitnu odjeću, koja je prihvaćena i primjenjuje se u Republici Hrvatskoj kao hrvatska norma, je HRN EN 340:2004 – Zaštitna odjeća – opći zahtjevi. Ona definira zaštitnu odjeću kao odjeću koja pokriva ili zamjenjuje osobnu odjeću, a dizajnirana je tako da pruža zaštitu od jednog ili više rizika koji mogu ugrožavati sigurnost i zdravlje osoba na radu. Ova norma se ne može koristiti samostalno, već isključivo u kombinaciji s nekim drugim normama koje sadrže zahtjeve za specifičnim svojstvima odjeće koja mora pružiti željenu zaštitu [1, 4].

Osnovni zdravstveni i ergonomske zahtjevi za zaštitnu odjeću prema HRN EN 340:2004 su [5]:

- **•Neškodljivost** - zaštitna odjeća ne smije nepovoljno utjecati na zdravlje korisnika i treba biti izrađena od materijala kao što su tekstil, koža, guma, plastika i drugi koji ne smiju za vrijeme upotrebe propuštati ili razgrađivanjem propuštati supstance za koje je poznato da su otrovne, karcinogene, mutagene, alergene, reproduktivno toksične ili na drugi način štetne.
- **•Dizajn** - odjeća treba biti dizajnirana i izrađena tako da veličinom i oblikom što bolje prati dimenzije i oblik tijela korisnika, te da tijekom nošenja prati statičku i dinamičku antropometriju čovjeka. Dizajn zaštitne odjeće mora osigurati da prilikom očekivanih kretnji korisnika ni jedan dio tijela nije nepokriven (npr. prilikom podizanja ruku jakna se ne smije dizati iznad struka) te da postoji odgovarajuće preklapanje dijelova odjeće, kao i kompatibilnost s drugom osobnom zaštitnom odjećom.
- **•Udobnost** je subjektivan osjećaj i najčešće se definira kao odsutnost boli odnosno neudobnosti. Opterećenost odjećom najčešće se izražava pojmovima pretoplo, prehladno, prevlažno, prekruto... Zaštitna odjeća mora imati osobinu elastičnosti, te mora osiguravati udobnost pri svakom pokretu. Zaštitna odjeća ne smije imati oštru, grubu ili tvrdu površinu koja izaziva iritaciju ili ozljedu korisnika, ne smije biti toliko zategnuta da pritom ograničava protok krvi ili labava i/ili teška da otežava kretanje.
- **•Starenje odnosno životni vijek odjeće** - odjeća tijekom održavanja (pranja ili kemijskog čišćenja) ne smije promijeniti boju (postojanost obojenja) ili dimenzije (dozvoljeno $\pm 3\%$), te mora trajati određeni broj ciklusa pranja ili kemijskog čišćenja.
- **•Općenito i specifično označavanje odjeće** - zaštitna odjeća mora biti obilježena oznakom veličine koja je temeljena na tjelesnim dimenzijama mjenjenim u centimetrima (tjelesna visina, opseg grudi i struka). Ovisno o vrsti odjeće mogu se napraviti i dodatne izmjere kao što su dužina rukava, dužina nogavica i sl. [1, 4].

2.1 Zahtjevi za udobnost

Ukoliko neki proizvod odgovara zahtjevima norme, ne znači još i da je udoban i svrsishodan u primjeni na nekom specifičnom radnom mjestu. Neudobna i ergonomski neprilagođena osobna zaštitna oprema smeta radnicima koji ih zbog toga ne nose i nastavljaju rad bez njih. Jedan od važnih zahtjeva koje mora zadovoljavati zaštitna odjeća za vatrogasce je udobnost koja se može klasificirati kao:

- **•Termofiziološka udobnost** - zadržavanje udobnog stanja topline i vlage. Obuhvaća transport topline i vlage kroz materijal od kojeg je odjeća izrađena (toplinska otpornost, djelomična zrakopropusnost, transport vlage kroz materijal, količina vlage u materijalu, mogućnost odbijanja vode...).
- **•Osjetilna udobnost** - definirana je raznim osjetilnim podražajima doticaja prigodom dodira tkanine s tijelom (grubost ili mekoća tkanine, osjećaj topline ili hladnoće uslijed dodira tijela s tkaninom, stvaranje statičkog elektriciteta, osjećaj bockanja, svraba...).
- **•Udobnost pri nošenju/korištenju odjeće** - mogućnost odjeće da dozvoli slobodno kretanje tijela, smanji opterećenja korisnika zbog težine odjeće ili prati oblik tijela/dijela tijela (rastezljivost, težina OZS – osobna zaštitna sredstva...) [6].

Zahtjevi za dizajn odjeće za zaštitu od topline i plamena ovise o uporabi i vrsti odjeće. Interventna odjeća za vatrogasce izrađuje se kao jednodijelna (kombinezon) ili dvodijelna (jakna i hlače) iz vatrootpornog materijala. Kod dvodijelnog odijela, preklop jakne i hlače ne smije biti manji od 20 cm kako bi se osigurala maksimalna zaštita prilikom izloženosti toplini i plamenu. Vanjski džepovi moraju biti izrađeni od vatrootpornog materijala, poklopci moraju biti najmanje 20 mm širi od džepova, koji ne smiju biti voluminozni da ne zapinju za okolne predmete prilikom intervencija. Otvori za oblačenje moraju na vanjskoj strani odjeće imati zaštitni preklop. Najveća udaljenost između gumbi smije biti 15 cm, otvor za vrat mora imati mogućnost zatvaranja, a nogavice ne smiju imati istaknute vanjske manžete [3, 4].



Slika 1: Posebna rješenja dizajna, oblikovanja i konstrukcije odjeće za zaštitu od topline i plamena: a) pojačanje na laktovima i u bočnom dijelu; b) dva džepa za uređaj za održavanje radio-veze; c) dodatno pojačanje na ramenima; d) dodatno pojačanje na koljenima; e) dodatno pojačanje u koraku i na duljini nogavice hlače

Toplinska zaštitna odjeća, ovisno o vrsti i svojstvima samog materijala kao i o načinu uporabe, može biti izrađena kao jednoslojna ili višeslojna. Višeslojna zaštitna odjeća osigurava viši stupanj sigurnosti, ali samom svojom izvedbom postaje deblja odnosno teža, pa ovisno o vrsti posla takva odjeća može djelovati

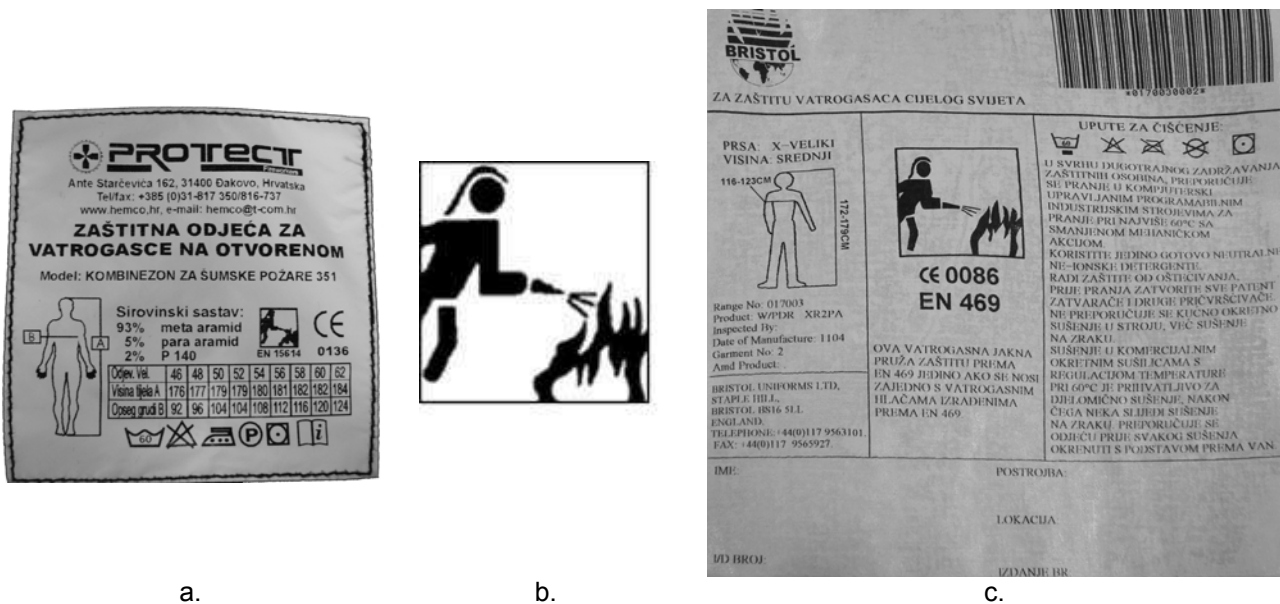
opterećujuće na tijelo radnika. Vanjski sloj se izrađuje od materijala koji imaju otpornost na povišene temperature, a unutarnji sloj mora pružiti dobru toplinsku izolaciju i prihvatljivu udobnost nošenja. Toplinska zaštitna odjeća mora biti primjerena konstrukciji tijela radnika tako da omogućava ugodno gibanje radnika i postojanje zračne izolacije između kože i unutrašnjeg sloja odjeće. Materijali koji se koriste za izradu odjeće za zaštitu od topline su: prirodni, vatrootporni tretirani materijali (Proban®, Pyrovatex®), umjetni, inherentno vodootporni materijali (Nomex®, Kevlar®, Kermel®), te kombinacija prirodnih i umjetnih materijala.

2.2 Zahtjevi za označavanje

Sva zaštitna odjeća treba biti označena. Oznake trebaju sadržavati informativni dio na službenom jeziku zemlje u kojoj se koristi pa je potrebno da se nalaze na samom proizvodu ili na etiketi pričvršćenoj na proizvodu na način da su vidljive i čitljive, te trebaju biti otporne na pranje. Potrebno je da oznake i piktogrami budu dovoljno veliki tako da omogućavaju dobru čitljivost (sl. 2a) [4].

Na odjeći valja biti istaknut piktogram opasnosti koji jasno ukazuje na namjenu sredstva, s brojevima koji označavaju razinu zaštite (sl. 2b) [7]. Za toplinske opasnosti propisane su tri razine zaštite: razina 1 – izlaganje niskom očekivanom riziku, razina 2 - izlaganje srednje očekivanom riziku i razina 3 - izlaganje visokom očekivanom riziku [1].

Oznake trebaju sadržavati sljedeće informacije: trgovačka marka, tvornička oznaka tipa odjeće (tvorničko ime), oznaka veličine, broj specifične norme EN, piktogram koji prikazuje specifičnu opasnost, dizajn odjeće, razinu zaštitnog djelovanja i upute o načinu održavanju odjeće. Sve navedeno potrebno je označiti na uputama unutar odjeće (sl. 2c) [7].



Slika 2: Oznake na zaštitnoj odjeći: a) primjer oznake za zaštitnu odjeću; b) piktogram opasnosti; c) cjeloviti prikaz uputa unutar odjeće

3. Osnovne karakteristike nekih tipova vatrogasnih odjela

Sva vatrogasna odijela i oprema koja se nalaze u upotrebi moraju imati istaknute podatke da je proizvod ispitan i da zadovoljava odgovarajuće propise i standarde koje propisuje Međunarodna (ISO) i Europska (CEN) organizacija za normizaciju [8]. Na vatrogasnim odijelima često se susreće i CE oznaka (franc. Conformité Européenne - europska sukladnost) koja je obvezna oznaka na mnogim proizvodima unutar jedinstvenog tržišta u Europskom gospodarskom prostoru (EEA). Oznaka potvrđuje da proizvod ispunjava bitne zahtjeve za sigurnost potrošača, zdravlja ili zaštite okoliša, kao što je određeno po smjernicama ili propisima EU [9]. U nastavku je opisana najčešće korištena interventna vatrogasna odjeća koja zadovoljava propisane standarde i u upotrebi je u vatrogasnim postrojbama u Hrvatskoj.

Odielo tt. Bristol, model Ergotech, dvodijelno je vatrogasno odijelo (jakna i hlače) ergonomski dizajnirano i razvijeno nakon provedenih detaljnih istraživanja različitih vrsta i tipova zadataka koje izvode vatrogasci.

Prema dizajnu i konstrukciji zaštitna jakna je sužena u predjelu trupa, rukavi imaju nabor pod pazuhom koji se otvara prilikom ekstremnih pokreta ruku, a podstava ramena i laktova izrađena je od specijalne pjene. Kod zaštitnih hlača već je u dizajnu, oblikovanju i konstrukciji funkcionalno izvedeno da su mjesta stražnjice i koljena unaprijed savijena kako bi se omogućila veća udobnost i sloboda pokreta. Ugrađena su pojačanja na koljenima od Arashiolda (nova vrsta materijala visoke čvrstoće i otpornosti na abraziju), s podstavom od specijalne pjene i kevlara (sl. 3a) [10].

Glavi dijelovi zaštitnog odijela tt. Bristol, model B-Tech (sl. 3b), su: visoki ovratnik s preklopom na vratu (1); vertikalni džepovi (2); prvi unutarnji sloj – toplinska barijera(3); drugi unutarnji sloj – barijera protiv vode (4); vanjski sloj (5); barijera protiv kapilarnog prodora vode (6); prednji preklop preko patent-zatvarača (7); patent zatvarač (8); refleksna traka (9); džep za uređaj za održavanje radio-veze (10); pleteni završetak od NOMEX® materijala (11) i izdanak za lako otvaranje džepa (12) [10].



Slika 3: a) Primjer zaštitnog odijela tt. Bristol, model Ergotech; b) Zaštitna jakna za vatrogasce tt. Bristol, model B-Tech [10]

Zaštitno vatrogasno odijelo tt. Rosenbauer, model Fire Max II, certificirano je prema HR-EN 469:2006 standardu [11] i pruža maksimalnu zaštitu vatrogascima uz izvrsnu udobnost. Zaštitna jakna ima duži stražnji dio, a otporna je na vodu, vjetar, diše kroz PU membranu. Šavovi na jakni lijepljeni/vareni su sa zaštitnom trakom od nezapaljive PU membrane presvučene aramidom zbog zaštite od prodora vlage. Konstrukcija rukava je izvedena tako da je u području šava rukava postavljen nabor u obliku klina koji se prilikom ekstremnih pokreta ruku otvara te se na taj način ostvaruje veća mobilnost prilikom rada. Jakna ima visoku otpornost na toplinu, čemu doprinosi i patent zatvarač s poklopcem.

Dodatna ojačanja na laktovima i ramenima izrađena su od PU presvučenim para-aramid materijalom. Ovratnik za zaštitu od plamena na stražnjoj strani seže do kacige, a na prednjoj se zatvara negorivom čičak trakom. Širina rukava na duljini može se podesiti čičak trakom. Rukavi imaju ugrađen pleteni završetak od NOMEX® materijala koji je pričvršćen na donjem unutarnjem dijelu rukava. Na prednjem dijelu jakne u visini grudi nalaze se dva džepa za uređaj za održavanje radio-veze, te dva bočna džepa s poklopcem. Jakna ima vezicu za namještanje opsega struka, a na ramenima epolete.

Zaštitne hlače imaju podesive naramenice i elastičnu traku za individualno namještanje opsega struka. Patent zatvarač ima letvicu s čičak trakom. Bočni džepovi su izrađeni s poklopcem džepa. Šavovi na hlačama izrađeni su sa zaštitom od prodora vlage od nezapaljive PU membrane prevučene aramidom. Dodatna pojačanja od PU prevučenim para-aramid materijalom predviđena su na koljenima, bočnim stranama i rubu nogavica. Zamjenjiv uložak za zaštitu koljena izrađen je od meta-para-aramida. Reflektirajuće trake žuta/srebrna/žuta nalaze se na nogavicama u području potkoljenica i konstruirane su kružno oko cijele nogavice hlača (sl. 4a) [12].



Slika 4: a) Primjer zaštitnog odjela tt. Rosenbauer, model Fire Max II [12]; b) Primjer vatrogasnog odjela tt. Hemco, model Protect Fireman Art. Br.1701 [13]

HEMCO vatrogasna odijela i kombinezoni oblikovani su i konstruirani s dovoljnom komocijom da ne uzrokuju toplinski stres vatrogascima, te samim time daju maksimalnu slobodu pokreta. Materijali preuzimaju funkciju zaštite tijela kako bi vatrogasac bez poteškoća savladavao prepreke i rizike kojima je izložen. Izložena vatri, odijela ne gore, ne tope se i ne skupljaju na visokoj temperaturi, a zadržavaju postojanost prilikom čestog nošenja i upotrebe.

Odiijelo je rađeno iz dva dijela; jakne i hlača (sl. 4b). Jakna se kopča metalnim negorivim (panic) zatvaračem i negorivom čičak trakom cijelom dužinom te ima dva gornja i dva donja džepa. Na ramenima je našiveno ojačanje od Kevlara®. Hlače su blago povišene, s pojasnicom, prednjim rasporem i podesivim naramenicama. Pojasnica se kopča čičak trakom, a rasporek metalnim negorivim zatvaračem. Imaju jedan bočni našiven džep na lijevoj nogavici. Ojačanje od Kevlara® našiveno je na koljena i na donjem dijelu koraka, a ojačanje od dvostrukog sloja tkanine na stražnjici [13].

4. Zaključak

Svako zaštitno odijelo koje je isporučeno i primijenjeno u praksi mora imati dokaz da je proizvod ispitan te da zadovoljava odgovarajuće propise i norme (propisana neizbrisiva etiketa na proizvodu, CE oznaka s brojem ovlaštenog tijela, upute za uporabu i način održavanja). Ukoliko neki proizvod odgovara zahtjevima norme, ne znači još i da je udoban i svrsishodan u primjeni na nekom specifičnom radnom mjestu. Stoga je nužno dizajnom oblikovati, konstruirati i izraditi osobnu zaštitnu opremu koja će zadovoljavati zahtjeve za udobnošću, sukladno mogućnostima dinamičke antropometrije i potpunom zaštitom zdravlja i sigurnosti radnika koji koristi spomenutu opremu. Dio spomenutih zahtjeva i rješenja upravo je obrazložen i prikazan u radu.

Također se može općenito reći da postoji problem s normiranjem cjelovitih odjevnih sustava za zaštitu od topline i plamena (obuhvaćaju sve odjevne slojeve od donjeg rublja do jakne, hlača, obuće, rukavica i kacige) sa stanovišta dobivanja svih propisanih normi i CE oznake jer se prema normama testiraju samo pojedini slojevi zaštitnog odjevnog sustava. Stoga je potrebno testirati cjelokupne zaštitne odjevne sustave pomoću požarnog manekena [14]. Zajedničkom suradnjom istraživača s područja tekstilne i odjevne tehnologije, te stručnjaka s područja vatrogastva i vatrogasaca, mogu se iznaći odjevni sustavi najviše kvalitete i zaštite.

Literatura

- [1] Horvat, J. & Regent, A.: Osobna zaštitna oprema, Veleučilište u Rijeci, ISBN 978-953-6911-43-1, Rijeka (2009)
- [2] Zavec Pavlinić, D.; House, J. R. & Mekjavić, I. B.: Protupožarni odjevni sustavi i njihovo vrednovanje, Sigurnost, 52 (2010) 3, pp. 251 - 262, ISSN 0350-6886
- [3] Bogović, S. & Hursa Šajatović, A.: Construction of protective clothing: Design and construction of functional protective clothing for firefighters / Konstrukcija zaštitne odjeće: Oblikovanje i konstrukcija funkcionalne zaštitne (interventne) odjeće za vatrogasce, U Young scientists in the protective textiles research / Mladi znanstvenici u istraživanju zaštitnih tekstilija, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet & FP7-REGPOT-2008-1-229801: T-Pot, ISBN 978-953-7105-41-9, Zagreb, (2011), str. 309-332.
- [4] Dostupno na http://www.hzzzs.hr/news_prilozi_download.php?ID=806, Pristupljeno: 2011-11-20
- [5] HRN EN 340:2004 Zaštitna odjeća – Opći zahtjevi (EN 340:2003)
- [6] Braicovich-Severdija, P.: Odjeća za gašenje požara otvorenog prostora HRN EN 531 ili HRN EN 15614?, Vatrogasni vjesnik, (2009) 5, pp. 14-19, ISSN 1331-7652
- [7] Dostupno na <http://www.upvh.hr/pages/PREZENTACIJASPLIT.pdf>, Pristupljeno: 2011-11-20
- [8] Kirin, S.; Dragčević, Z. & Rogale, D.: Stanje i normizacija zaštitne odjeće, Tekstil, 51 (2002) 5, 230-237, ISSN 0492-5882
- [9] ...: CE oznaka, Dostupno na http://www.wikipedia.org/wiki/CE_oznaka, Pristupljeno: 2011-12-3
- [10] Dostupno na <http://tehprojekt.com/ponuda.asp?id=80&aID=120>, Pristupljeno: 2011-11-20
- [11] HR-EN 469:2006 Zaštitna odjeća za vatrogasce – Zahtjevi za svojstva zaštitne odjeće za gašenje požara
- [12] Dostupno na <http://www.rosenbauer.com>, Pristupljeno: 2011-11-20
- [13] Dostupno na <http://www.hemco.hr>, Pristupljeno: 2011-11-20
- [14] Juričić, D. i sur.: System for evaluation of fire protective garments, Book of Proceedings of the 4th International Textile, Clothing & Design Conference – Magic World of Textiles, Dragčević, Z. (Ed.), ISBN 978-953-7105-26-6, Dubrovnik, Croatia, October 2008, Faculty of Textile Technology University of Zagreb, Zagreb (2008).

PRILOG ISTRAŽIVANJU OPTEREĆENJA RADNICA U TEHNOLOŠKOM PROCESU ŠIVANJA

A CONTRIBUTION TO WORKERS LOAD IN THE TECHNOLOGICAL SEWING PROCESS

Snežana KIRIN & Zvonko DRAGČEVIĆ

Sažetak: Obilježja rada u tehnološkom procesu šivanja sadržana su u raznolikosti i karakteru izratka, kratkim ciklusima izvođenja (20-60s), visokom stupnju repetitivnosti rada i pokreta, te visokim udjelom ručnih i pomoćnih tehnoloških zahvata (70-80%). Rad se izvodi u prednjem sjedećem položaju uz znatno opterećenje slabinskog i vratnog dijela kralježnice te visokom dinamikom slijeda pokreta s kratkim duljinama izvođenja. Osim toga rad se izvodi u središnjem vidnom polju s potrebnim visokim stupnjem usredotočenosti vida. Primjenom OWAS metode analizirani su radni položaji radnica u tehnološkom procesu šivanja za tri karakteristična radna mjesta. Analizom su utvrđena opterećenja tijela uzrokovana radnim položajem s obzirom na vrijeme trajanja pojedinog položaja tijela. Rezultati dobiveni analizom ukazuju na prisutnost pojačane fleksije kralježnice i glave u određenim tehnološkim zahvatima, te visoki udio rada ruku i prstiju, što dovodi do opterećenja i zamora radnika i do smanjenja proizvodnosti rada. Dan je prijedlog za preoblikovanje postojećeg radnog mjesta čime bi se znatno smanjili vremenski udjeli nepovoljnih položaja tijela.

Abstract: Characteristics of the technological sewing process are manifested in the diversity and character of a workpiece, brief execution cycles (20-60s), high degree of repetitive work and movement, and high proportion of manual and auxiliary sewing sub-operations (70-80%). Work is performed in front sitting position with a substantial load on the lumbar and cervical spine and high dynamic motion sequences with short run lengths. Furthermore, work is performed in the central visual field with a necessary high degree of eyesight focus. Applying the OWAS method, working postures of female workers in the technological process of sewing for the three characteristic workplaces were analyzed. The analysis determined body loads caused by a working posture with respect to the duration of each posture. The results obtained from the analysis indicate the presence of an increased flexion of the spine and head in specific sewing sub-operations, and a large portion of using hands and fingers which leads to worker load and fatigue and a decrease in labor productivity. A proposal to redesign the existing workplace was made, which would significantly reduce proportions of time for unfavorable working postures.

Cljučne riječi: tehnološki proces šivanja, OWAS metoda, radno opterećenje

Keywords: technological sewing process, OWAS method, workload

1. Uvod

U tehnološkom procesu šivanja rad se izvodi na proizvodnim linijama koje sadrže veliki broj radnih mjesta na kojima se izvode pojedine tehnološke operacije. Rad se izvodi u sjedećem položaju, a radnik tijekom šivanja koristi trup i gornje udove za rukovanje izradcima, a noge za reguliranje ubodne brzine šivaćeg stroja [1,2]. Pri tome često u radu dolazi do prisilnog položaja tijela i glave, pojave nefiziološkog sjedenja, izometričnog opterećenja donjih udova i znatnog opterećenja ruku i prstiju. Stoga pravilan položaj prilikom izvođenja tehnološke operacije šivanja ima značajnu ulogu jer uslijed neusklađenosti fizičkih, psihičkih i zdravstvenih mogućnosti radnika može dovesti do opterećenja i zamora, te do oboljenja mišićno-koštanog sustava. Pravilno preoblikovanje ili oblikovanje radnog mjesta obuhvaća prilagođavanje dimenzija radnog mjesta antropometrijskom izmjeru radnica, te promjena metode rada za određenu tehnološku operaciju doprinose smanjenju zamora i psihofizičkog opterećenja radnika [3,4]. S obzirom na zahtjeve radnog procesa i potrebne vidne i motoričke sposobnosti radnika, povoljan radni položaj je lagano pognuti gornji dio leđa s radnom linijom vida koja može sadržavati prednju fleksiju glave u udobnom položaju maksimalno do 30° i dodatnom rotacijom oka do 10°.

Kod postupka oblikovanja radnog mjesta potrebno je ispravno postaviti kutove kinematičkih sustava, pri čemu je pogodan položaj stopala na gazilu šivaćeg stroja pod kutom 90-100°, dok su pogodni kutovi za zglobne sustave: potkoljenica-natkoljenica 90-110°, te natkoljenica-trup 90-95°. Takav položaj smanjuje napetost mišićnog sustava potkoljenice, čime se povećava motoričnost kretnji pri uključivanju šivaćeg stroja i šivanja izratka. Pored toga, daje dobru pokretljivost stopala kod pritiska na petu zbog podizanja pritisne

nožice [5]. Prema OWAS metodi ocjenjuje se opterećenje radnica uzrokovano radnim položajem s obzirom na vrijeme trajanja pojedinog položaja u okviru dnevnog radnog vremena, te uspoređuje s preglednicom (sl. 1) za ocjenu položaja tijela.

Segment	KRALJEŽNICA				GORNJI UDIOVI				ŠAKE			DONJI UDIOVI								GLAVA					SILE			
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	6.1	6.2	6.3
OWAS																												
%																												
10	□	□	□	•	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
20	□	□	□	•	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
30	□	□	•	•	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
40	□	□	•	•	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
50	□	□	•	•	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
60	□	□	•	•	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
70	□	□	•	•	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
80	□	□	•	•	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
90	□	□	•	•	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
100	□	□	•	•	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

- Legenda:
- preoblikovanje radnog mjesta nije potrebno
 - preoblikovanje radnog mjesta potrebno je u doglednom vremenu
 - preoblikovanje radnog mjesta potrebno je uskoro
 - * preoblikovanje radnog mjesta potrebno je odmah

Slika 1: Preglednica za ocjenu položaja tijela prema OWAS metodi [6]

2. Eksperimentalni dio

Za snimanje opterećenja radnica u tehnološkom procesu šivanja odabrana su tri karakteristična radna mjesta:

- šivanje ramenog šava na specijalnom šivaćem stroju za obamitanje tt. MAUSER SPECIAL oznake 9652-134/04-233W4 (RM1), rad izvodi radnica tjelesne visine: 157 cm
- začvrščivanje šava na rukavima, duljini i ramenici na univerzalnom šivaćem stroju tt. JUKI oznake DPL-555-4 (RM2), rad izvodi radnica tjelesne visine 175 cm
- šivanje bočnog šava hlača na specijalnom šivaćem stroju za obamitanje tt. MAUSER SPECIAL oznake 9652-131M/14-363-W2X4(RM3), rad izvodi radnica tjelesne visine 155 cm.

Za snimanje tehnoloških operacija šivanja korištena je video kamera SONY DCR-HC42, koja omogućava mjerenje vremena s točnošću $\pm 0,1$ s, a bila je postavljena tako da se u vidnom polju nalazilo radno mjesto u vidu bokocrtnog prikaza. Za obradu snimke korišten je DVD rekorder SONY SLV D970P, osobno računalo i tiskalo u boji. Korišteno je osobno računalo Pentium 4, 2,8 GHz, 1024 MB RAM s instaliranim Microsoft Windows sustavom. Primjenom računalnog programa Adobe Premier 5 izvršena je analiza video snimke OWAS metodom.

Tehnološka operacija šivanja ramenog šava (RM1) snimljena je za 95 uzastopnih izvođenja, tehnološka operacija začvrščivanja šava na rukavima, duljini i ramenici (RM2) snimljeno je za 26 uzastopnih izvođenja, a tehnološka operacija šivanja bočnog šava hlača (RM3) za 31 uzastopno izvođenje. U okviru analize video snimke radnog mjesta OWAS metodom za RM1 sakupljeno je 885 zabilježaka, za RM2 840 zabilježaka, a za RM3 825 zabilježaka pojedinih položaja po dijelovima tijela. Veličina snimke je određena prema koeficijentu stabilizacije radnog mjesta (K_s), te za 95% vjerojatnost ($t=2$) i relativnu pogrešku od 5%.

3. Rezultati i rasprava

Analiza opterećenja radnice za tehnološku operaciju šivanja ramenog šava (RM1) OWAS metodom prikazana je u tab.1 s opisom potrebnog preoblikovanja radnog mjesta s obzirom na podatke dobivene o postotnom udjelu, odnosno vremenu trajanja pojedinog položaja u okviru dnevnog radnog vremena, a u skladu s preglednicom za ocjenu položaja tijela prema OWAS metodi.

Rezultati dobiveni OWAS metodom ukazuju da radnica sjedi (položaj 4.1) za vrijeme izvođenja tehnološke operacije 96,6% radnog vremena (434,7 min), pri čemu radi s prednjom fleksijom kralježnice s kutom većim od 15° (položaj 1.2.) 48,6 % radnog vremena (218,7 min), dok u položaju kralježnice s torzijom većom od 30° (položaj 1.3.) 23,2% radnog vremena (104,4 min). Glava radnice je u položaju prednje fleksije s kutom većim od 30° (položaj 5.2) 52,5 % radnog vremena (236,6 min), dok je pognuta u stranu više od 30° (položaj 5.3) 29,4 % radnog vremena (132,3 min).

Tijekom rada za šivaćim strojem radnica radi s nadlakticama odmaknutima od tijela (položaj 2.2.) 74,6% radnog vremena (335,7 min), što uzrokuje znatno opterećenje ruku. Zbog pažljivog pozicioniranja izratka, te

potrebe vođenja izratka, tijekom izvođenja šava radnica znatno opterećuje prste i šake (položaj 3.1), pri čemu 80,2 % radnog vremena (360,9 min) provede u tom položaju.

Tablica 1: Radno opterećenje prema OWAS metodi na radnom mjestu RM1

Oznaka radnog položaja	Dopušteno opterećenje prema OWAS preglednici [%]	Broj zabilješki	Postotni udio [%]	Trajanje pojedinog tjelesnog položaja [min]	Preoblikovanje radnog mjesta:
1.1	100	250	28,2	126,9	nije potrebno
1.2	30	430	48,6	218,7	potrebno u doglednom vremenu
1.3	20	205	23,2	104,4	potrebno u doglednom vremenu
2.1	100	60	6,8	30,6	nije potrebno
2.2	30	660	74,6	335,7	potrebno uskoro
2.3	30	105	11,8	53,1	nije potrebno
2.4	20	60	6,8	30,6	nije potrebno
3..1	70	710	80,2	360,9	potrebno odmah
3.3	70	175	19,8	89,1	nije potrebno
4.1	80	855	96,6	434,7	potrebno u doglednom vremenu
4.2	80	30	3,4	15,3	nije potrebno
5.1	100	160	18,1	81,5	nije potrebno
5.2	20	465	52,5	236,3	potrebno u doglednom vremenu
5.3	20	260	29,4	132,3	potrebno u doglednom vremenu

Za preoblikovanje RM1 potrebno je dimenzije radne površine sa 1050x550 cm proširiti na 1250x550 mm i to s lijeve strane, čime bi se smanjilo opterećenje pri prenošenju izratka u središnju radnu zonu. Visinu radne površine sa 800 mm sniziti na 760 mm, a visinu sjedalice sa 490 mm na 460 mm, čime bi dimenzije radnog mjesta bile prilagođene tjelesnoj visini radnice.

Za tehnološku operaciju začvršivanja šava na rukavima, duljini i ramenici (RM2) analiza OWAS metodom prikazana je u tab.2.

Tablica 2: Radno opterećenje prema OWAS metodi na radnom mjestu RM2

Oznaka radnog položaja	Dopušteno opterećenje prema OWAS preglednici [%]	Broj zabilješki	Postotni udio [%]	Trajanje pojedinog tjelesnog položaja [min]	Preoblikovanje radnog mjesta:
1.1	100	448	53,4	240,3	nije potrebno
1.2	30	297	35,3	158,9	potrebno u doglednom vremenu
1.3	20	95	11,3	50,9	nije potrebno
2.1	100	196	23,3	104,9	nije potrebno
2.2	30	644	76,7	345,2	potrebno u doglednom vremenu
3..1	30	714	85,0	382,5	potrebno odmah
3.3	20	126	15,0	67,5	nije potrebno
4.1	70	717	85,4	384,3	potrebno u doglednom vremenu
4.2	70	123	14,6	65,7	nije potrebno
5.1	80	154	18,4	82,8	nije potrebno
5.2	80	560	66,6	299,7	potrebno uskoro
5.3	100	126	15,0	67,5	nije potrebno

Rezultati dobiveni OWAS metodom ukazuju da radnica sjedi (položaj 4.1) za vrijeme izvođenja tehnološke operacije 85,4% radnog vremena (384,3 min) pri čemu radi s prednjom fleksijom kralježnice većom od 15° (položaj 1.2.) 35,3 % radnog vremena (158,9 min), dok je glava u položaju prednje fleksije s kutom većim od 30° (položaj 5.2) 66,6 % radnog vremena (299,7 min). Navedeni položaji kralježnice i glave dovode do neudobnog radnog položaja odnosno do opterećenja radnice. Tokom rada za šivaćim strojem radnica radi s nadlakticama odmaknutima od tijela (položaj 2.2.) 76,7 % radnog vremena (345,2 min), što uzrokuje opterećenje lakta i ramena. Prsti se koriste za fine i točne pokrete uzimanja, hvatanja i vođenja izratka (položaj 3.1.) 85 % radnog vremena (382,5 min).

Za preoblikovanje RM2 potrebno je dimenzije radne površine sa 1050x550 cm proširiti na 1250x550 mm, i to s lijeve strane, čime bi se smanjilo opterećenje pri prenošenju izratka u središnju radnu zonu. Visinu radne površine sa 810 mm povisiti na 850 mm, a visinu sjedalice sa 520 mm na 540 mm, čime bi dimenzije radnog mjesta bile prilagođene tjelesnoj visini radnice.

Za tehnološku operaciju šivanja bočnog šava hlača (RM3) analiza OWAS metodom prikazana je u tablici 3.

Rezultati dobiveni OWAS metodom ukazuju da radnica sjedi (položaj 4.1) tijekom izvođenja tehnološke operacije 93,6% radnog vremena (421,2 min), pri čemu radnica s prednjom fleksijom kralježnice s kutom većim od 15° (položaj 1.2.) radi 35,1 % radnog vremena (158,0 min), dok je glava u položaju prednje fleksije s kutom većim od 30° (položaj 5.2.) 84,2 % radnog vremena (378,9 min). Navedeni položaj kralježnice i glave dovode do neudobnog radnog položaja, odnosno do opterećenja radnice. Tijekom rada za šivaćim

strojem radnica radi s nadlakticama odmaknutima od tijela (položaj 2.2.) 97,6% radnog vremena (439,2 min), što uzrokuje opterećenje lakta i ramena. Prsti se koriste za fine i točne pokrete uzimanja, hvatanja i vođenja izratka (položaj 3.1) 93,6 % radnog vremena (421,2 min).

Tablica 3: Radno opterećenje prema OWAS metodi na radnom mjestu RM3

Oznaka radnog položaja	Dopušteno opterećenje prema OWAS preglednici [%]	Broj zabilješki	Postotni udio [%]	Trajanje pojedinog tjelesnog položaja [min]	Preoblikovanje radnog mjesta:
1.1	100	465	56,4	258,8	nije potrebno
1.2	30	290	35,1	158,0	potrebno u doglednom vremenu
1.3	20	70	8,5	38,2	nije potrebno
2.1	100	20	2,4	10,8	nije potrebno
2.2	30	805	97,6	439,2	potrebno uskoro
3.1	30	775	93,6	421,2	potrebno odmah
3.3	20	50	6,1	27,5	nije potrebno
4.1	70	775	93,6	421,2	potrebno u doglednom vremenu
4.2	70	50	6,1	27,5	nije potrebno
5.1	80	65	7,9	35,6	nije potrebno
5.2	80	695	84,2	378,9	potrebno uskoro
5.3	100	65	7,9	35,6	nije potrebno

Za preoblikovanje RM3 potrebno je dimenzije radne površine sa 1050x550 cm proširiti na 1250x550 mm, i to s lijeve strane, čime bi se smanjilo opterećenje pri prenošenju izratka u središnju radnu zonu. Visinu radne površine sa 800 mm sniziti na 740 mm, a visinu sjedalice sa 500 mm na 450 mm, čime bi dimenzije radnog mjesta bile prilagođene tjelesnoj visini radnice.

Preoblikovanje radnog mjesta za ove tehnološke operacije također omogućuje povoljniju metodu rada i racionalizaciju pokreta izvođenja, čime se znatno smanjuju vremenski udjeli nepovoljnih radnih položaja: kralježnice (1.2; 1.3), gornjih udova (2.2), šake i ruke (3.1), donji udovi (4.1) i glave (5.2; 5.3). Osim toga, primjenom MTM sustava ustanovljena su kraća vremena izvođenja pojedinih tehnoloških operacija, čime se smanjuje zamor i povećava proizvodnost.

4. Zaključak

Tehnološki proces šivanja čini složen sustav koji zahtjeva dobre motoričke sposobnosti radnika, kao što je visoka pokretljivost i koordinacija pokreta tijela, ruku, nogu, šake i prstiju. Temeljem analize OWAS metodom na tri karakteristična radna mjesta na kojem se izvode tehnološke operacije šivanja utvrđeno je da je prisutno opterećenje radnice, uslijed prednje fleksije kralježnice s kutom većim od 15°, te je glava u prednjoj fleksiji s kutom većim od 30°. Tijekom rada za šivaćim strojem radnica radi s nadlakticama odmaknutim od tijela, a uslijed potrebnog pažljivog pozicioniranja, te potreba vođenja izratka, radnice znatno opterećuju prste i šaku. Stoga je za postojeća radna mjesta dan prijedlog preoblikovanja radnog mjesta, odnosno usklađivanja visine i dimenzije radne površine i visine sjedalice tjelesnoj visini radnice. Također se predlaže povoljnija metoda rada razrađena primjenom MTM sustava, koja znatno smanjuje stupanj opterećenja radnice i povećava proizvodnost.

Literatura

- [1] Kirin S., Dragčević Z., Polajnar A.: Radno opterećenje i zamor u tehnološkom procesu šivanja, Tekstil, 53 (2004.), 5, 226-243, ISSN 0492-5882
- [2] Dragčević Z., Firšt Rogale S.: Investigation of Dynamic Working Zones and Movements in Garment Engineering, International Journal of Clothing Science and Technology 13, (2001), 3/4, 264-279
- [3] Dragčević Z., Kirin S. & Saravanja B.: A Method of Workplace Design for Sewing Operations, Book of Proceedings of 22nd International DAAAM Symposium (Ed. B. Katalinic) 23-26th November 2011, Vienna, Austria, ISSN 1726-9679
- [4] Polajnar A., Verhovnik V., Sabadin A., Hrašovec B.: Ergonomija, Udžbenik Univerza v Mariboru, Fakulteta za Strojništvo, Maribor, (2003), ISBN 86-435-0550-1
- [5] Kirin S.: Racionalizacija metoda rada u tehnološkom procesu šivanja, Magistarski rad, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2007
- [6] Sušnik J.: Ergonomska fiziologija, Didakta, Ljubljana (1992), ISBN 86-7707-019-2

VAŽNOST ODJEVNIH VELIČINA PRI ODABIRU ODJEĆE

IMPORTANCE OF WEARING SIZE IN CHOOSING CLOTHES

Goran MAJSTOROVIĆ & Darko UJEVIĆ

Sažetak: Odjeća je oduvijek izražavala sociološki, kulturološki i moralni stav nositelja, a govori i o duhu vremena te često o unutrašnjem duhu. Uz funkcionalnost (zaštita od atmosferskih utjecaja, mehaničkih i nehigijenskih utjecaja), vrlo važna komponenta je estetski izgled. U uvjetima serijske proizvodnje veoma je bitno osiguravanje primjerenih sustava odjevnih veličina. U tome je veliki doprinos na primjeru istraživačko-razvojnog projekta Hrvatski antropometrijski sustav kojemu je cilj utvrđivanje doprinosa za novi sustav veličina za odjeću i obuću.

Abstract: Clothing has always expressed a sociological, cultural and moral attitude of the wearer. In addition to the functionality (protection from weather conditions, mechanical impact and unhygienic) is very important component of the aesthetic appearance. Under conditions of serial production, it is essential to ensure adequate system of clothing sizes. That is a major contribution to research and development project Croatian anthropometric system that aims to establish foundations for a new system for clothing and footwear.

Ključne riječi: antropomerija, odjevne veličine, tržište.

Keywords: anthropometry, clothing size, market

1. Uvod

Pod serijskom proizvodnjom odjeće podrazumijeva se proizvodnja odjevnih predmeta namijenjenih širokoj potrošnji, koji su izrađeni na industrijski način. Serijska proizvodnja ima velike prednosti pred individualnom izvedbom jer se postižu znatne uštede materijala i tehnološki savršena izradba [1].

Iako se izrađuje u velikim rasponima odjevnih veličina, ne može uvijek zadovoljiti veliki broj potrošača. Odjevne veličine predstavljaju najzahtjevniju verifikaciju u sektoru proizvodnje raznih proizvoda. Na tržištu diljem svijeta koriste se različiti sustavi označavanja veličine odjeće, što proizvođačima stvara velike poteškoće, kao i samim potrošačima. Naime, vrlo često se događa da potrošači, zbog nerazumijevanja načina označavanja veličina odjeće, ne znaju prepoznati oznaku veličine ili im ona ne daje dovoljno kvalitetnu informaciju. Vrlo čest je slučaj da se na jednom proizvodu nalazi nekoliko oznaka odjevnih veličina, sl. 1, što stvara značajnu konfuziju. Kupci vrlo rijetko mogu u potpunosti prepoznati sve informacije koje oznaka veličine u sebi sadrži, budući da je to najčešće poznato uglavnom stručnjacima.



Slika 1: Različiti sustavi označavanja veličine odjeće

Dizajniranje je složena aktivnost koja obuhvaća faze od prvih istraživanja i analize budućeg proizvod do kreiranja, projektiranja i praćenja ponašanja tog proizvoda u proizvodnji i na tržištu [2]. Odjeća je dizajnirana

tako da ima različite dodatke radi udobnosti nošenja i postizanja određene forme. Samo u posebnim slučajevima tjelesna mjera odgovara mjeri izmjerenoj na tijelu, a osnova za određivanje veličina odjeće u pravilu je uvijek tjelesna mjera. Dakle, u većini slučajeva tjelesna mjera i mjera izmjerena na odjevnom predmetu bitno se razlikuju [3]. Stoga je vrlo važno da se odjeća izrađuje prema određenim standardima nastalim na temelju opsežnih istraživanja antropometrijskih mjera i normiranja.

2. Antropometrijske točke i njihovo mjerenje

Antropometrija je znanost koja se bavi mjerama ljudskog tijela radi određivanja razlika između pojedinaca i grupa. Među prvima koji su se bavili antropometrijom bio je flamanski matematičar **Lambert Adolphe Jacques Quetlet**. sl. 2. On je 1870. godine objavio djelo *Antropometrie*. Njemu se pripisuje postavljanje osnova i uobličavanja znanosti, kao i stvaranje samog izraza antropometrija [4].



Slika 2: Belgijski matematičar Lambert Adolphe Jacques Quetlet

Antropometrija se bavi postupcima preciznog mjerenja čovječjeg tijela u svrhu dizajniranja i konstrukcije odjeće, kao i za druge industrijske grane. U najčešće korištene antropometrijske instrumente spadaju antropometar s jednim i dva kraka (uspravni instrument koji mjeri ravne linearne udaljenosti), kljunasti klizni antropometar i kalibrirane mjerne vrpce, digitalna vaga [5].

Prilikom antropometrijskog mjerenja potrebno je točno odrediti položaj antropometrijskih točaka na tijelu čovjeka koje moraju biti standardizirane. Stoga su one uglavnom vezane za kosti: koštane točke, a to su one točke na ljudskome tijelu na kojima je skelet najbliži površini tijela. Kazuju nam udaljenosti između različitih mjesta na površini tijela, te o kutu kretanja kod zglobova, a mogu biti fiksne ili virtualne.

Fiksne antropometrijske točke su one točke koje su uvijek na istom dijelu tijela. Jasno su uočljive jer se nalaze u blizini nekog palpaciji pristupačnog dijela skeleta. Njihov se položaj određuje i pomoću nekih jasno uočljivih morfoloških osobitosti mekih dijelova. Tim antropometrijskim točkama je, budući da njihov položaj odgovara uvijek istim anatomskim strukturama, relativno lako odrediti položaj [6]. Položaj virtualnih točaka se mijenja s obzirom na položaj tijela. Ponekad izravno ovisi i o ravnini na kojoj se nalazi ispitanik prilikom mjerenja, jer se tada ta ravnina smatra točkom od koje mjerimo.

Na sl. 3 prikazano je mjerenje antropometrijskih veličina kako se primjenjivalo krajem 19. stoljeća, a čiji je začetnik bio francuski znanstvenik Alphonse Bertillon.

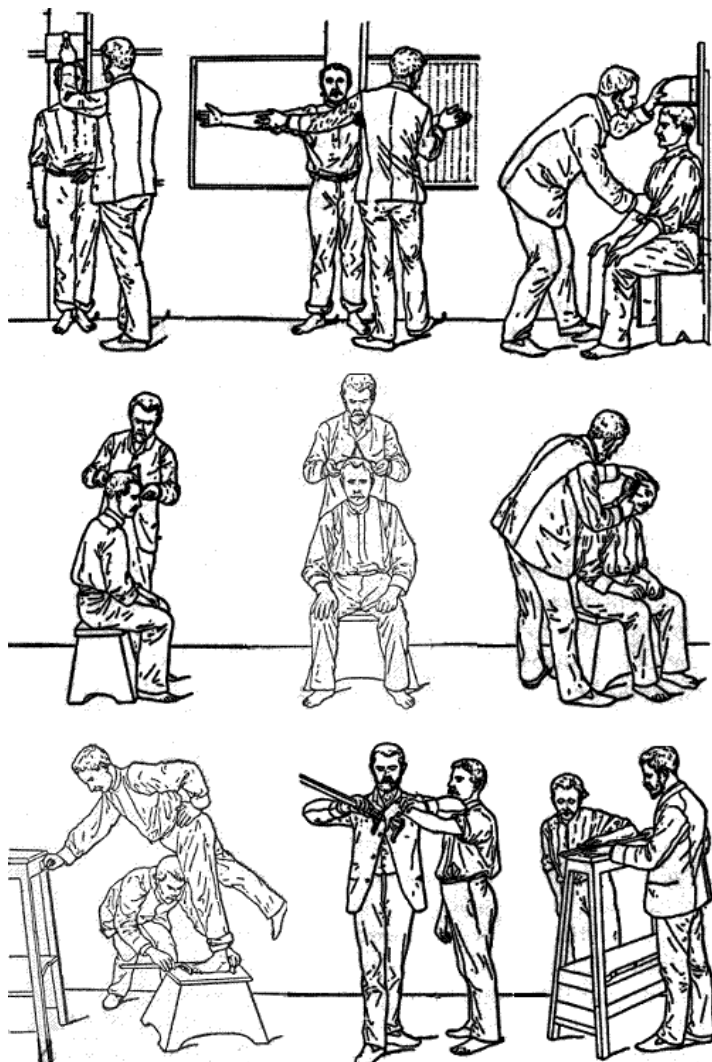
Sustavna antropometrijska mjerenja i statistička obrada podataka mjerenja mogu se svrstati u tri skupine podataka koje su bitne i upotrebljive u proizvodnji odjeće:

1. Sustavi označavanja odjeće
2. Standardne i proporcionalne mjere i
3. Udio pojedinih odjevnih veličina [7].

Prva mjerenja za potrebe standardizacije odjevnih veličina izvedena su 1884. godine mjerenjem ženske populacije na Vassar College u New Yorku, 1890. godine na Stanford University u Kaliforniji te na Schmith

College u Massachusettsu 1903. godine. Nakon toga su se sustavno izvodila antropometrijska mjerenje te su se razvili standardi koji se odnose na određivanje veličina odjeće [8].

Tako je, primjerice, uz potporu njemačke odjevne industrije 1. srpnja 2007. na Hohenstein Institutu iz Bönningheima, u suradnji s tt. Human Solutions, provedeno antropometrijsko mjerenje pomoću 3D-skenera za beskontaktno uzimanje tjelesnih mjera. Mjerenja su izvedena na 12 000 žena, muškaraca i djece [9]. Slične antropometrijske projekte obavili su stručnjaci u Japanu, Kini, SAD i drugdje.



Slika 3: Mjerenje antropometrijskih veličina krajem 19. stoljeća

Početkom 2004. je započet je nacionalni projekt prvog sustavnog antropometrijskog mjerenja stanovništva u Republici Hrvatskoj, pod nazivom **Hrvatski antropometrijski sustav**, u 20 hrvatskih županija i gradu Zagrebu.

3. Standardizacija odjevnih veličina

Sustavi označavanja odjevnih veličina temelje se na kriterijima visine rasta i razvijenosti stasa. Zbog različitih konstitucija ljudi, u raznim zemljama diljem svijeta koriste se različiti sustavi označavanja veličina odjeće.

Na području sustava označavanja odjevnih veličina Tehnički komitet ISO/TC 133 je uz postojeći standard ISO 3635 i ISO 8559 donio sljedeće standarde [10]:

- ISO 3636 - Size designation of clothes -- Men's and boys' outerwear garments
- ISO 3637- Size designation of clothes -- Women's and girls' outerwear garments
- ISO 3638- Size designation of clothes -- Infants' garments
- ISO 4415 - Size designation of clothes -- Men's and boys' underwear, nightwear and shirts

- ISO 4416 - Size designation of clothes -- Women's and girls' underwear, nightwear, foundation garments and shirts
- ISO 4417 - Size designation of clothes -- Headwear
- ISO 4418 - Size designation of clothes -- Gloves
- ISO 5971- Size designation of clothes -- Pantyhose.

Tehnički komitet ISO/TC 133 je također 1991. godine izdao dokument ISO/TR 10652 pod naslovom Standard sizing system for cloths [11]. Iste godine je Europski komitet za standardizaciju (CEN) s izradom novog sustava označavanja odjevnih veličina EN 13402

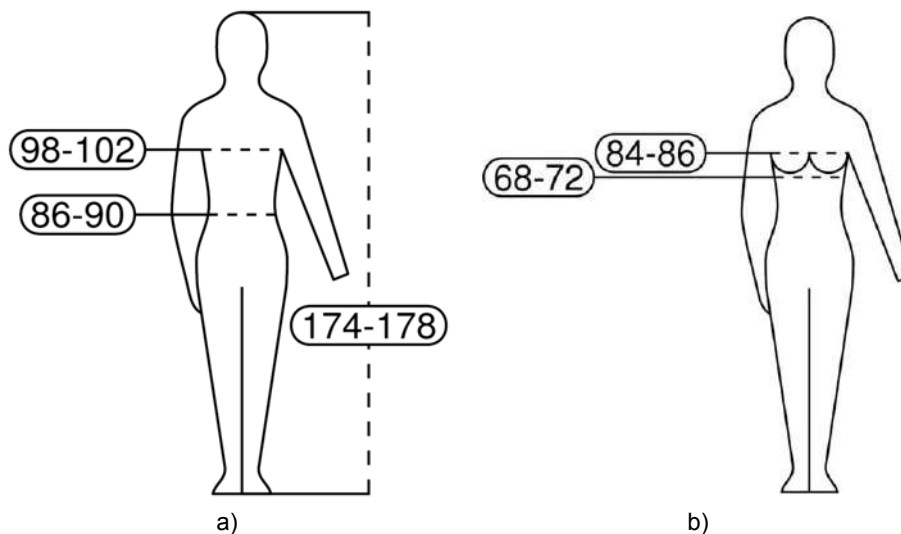
- EN 13402 -1: Terms, definitions and body measurement procedure
- EN 13402 -2: Primary and secondary dimensions
- EN 13402 -3: Measurements and intervals

Hrvatska je, između ostalih, preuzela europske norme pod oznakama koje su važne za označavanje i opisivanje [12]:

- HRN EN 13402-1:2008 Označivanje veličina odjeće - 1. dio: Nazivi, definicije i postupak mjerenja tijela (ISO 3635:1981, MOD; EN 13402-1:2001)
- HRN EN 13402-2:2008 Označivanje veličina odjeće - 2. dio: Primarne i sekundarne dimenzije (EN 13402-2:2002)
- HRN EN 13402-3:2008 Označivanje veličina odjeće - 3. dio: Mjere i intervali (EN 13402-3:2004)

Na podlozi standarda EN 13402 sustav označavanja odjevnih veličina temelji se na četiri ishodišta:

- tjelesnim mjerama,
- metričnom sustavu,
- podacima novih antropometrijskih mjerenja europske populacije, provedenih 90-ih godina prošlog stoljeća, te
- uvođenju piktograma, na kojem su navedene karakteristične veličine (npr. opseg grudi, tjelesna visina, opseg struka), sl. 4a [10].



Slika 4: Prikaz piktograma za žensku haljinu

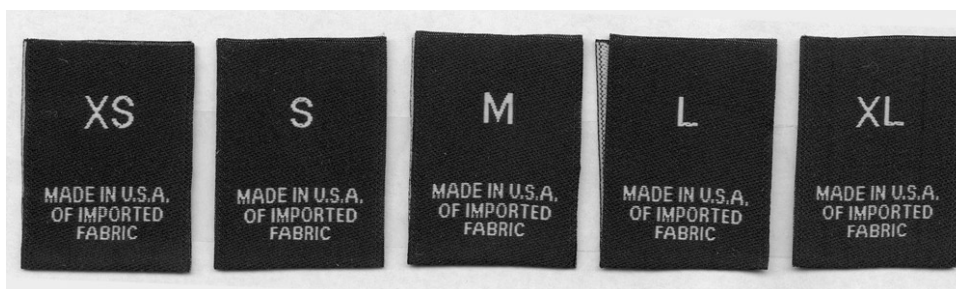
Uz standardne piktograme, koji predstavljaju siluetu ljudskog tijela s karakterističnim veličinama, sl. 4a, koristi se i modificirani piktogram na kojem je npr. prikazan položaj grudi s dvije konkavne linije kako bi se prikazala mjera donjeg opsega grudi, sl. 4b. [10]

Potrebno je razlikovati primarne (osnovne) tjelesne mjere izražene u centimetrima, koje se koriste za označavanje veličina odjeće, i sekundarne mjere koje se dodatno koriste za označavanje odjeće.

Za odjeću za koju su dovoljni veći intervali među veličinama definirane su kodne oznake, sl. 5, koje se temelje na opsegu grudi te visine rasta, tab. 1.

U svijetu vlada poprilična zbrka pri označavanju konfekcijskih brojeva, jer se razlikuju od zemlje do zemlje. Konfekcijski broj 42 u Hrvatskoj odnosi se na ženu opsega grudi 96 centimetara, struka 78, bokova 102 i

visine 168 centimetara. Istodobno, talijanski broj 42 odgovara ženi osam centimetara manjeg opsega grudi i bokova, čak 13 centimetara užeg struka i nižoj četiri centimetra. Jasno je da je hrvatski broj 42 namijenjen krupnijim i višim ženama nego talijanski. U nas se proizvođači najčešće vode njemačkim sustavom veličina.



Slika 5: Kodne oznake odjevnih veličina

Zanimljivo je da odjeća rađena prema njemačkim standardima znatno bolje pristaje domaćim kupcima nego izrađena po JUS-u, sustavu odjevnih veličina preuzetih iz bivše Jugoslavije. Osim što je JUS zastario, problem je što su podaci dobiveni na osnovi antropometrijskog mjerenja početkom šezdesetih godina prošlog stoljeća u Vojvodini [13].

Tablica 1: Oznake kodnih veličina

Kodna oznaka	Značenje	Opseg grudi/cm	
		Žene	Muškarci
XXS	Extra extra small	66-74	70-78
XS	Extra small	74-82	78-86
S	Small	82-90	86-94
M	Medium	90-98	94-102
L	Large	98-106	102-110
XL	Extra large	107-119	110-118
XXL	Extra extra large	119-131	118-129
3XL	Extra extra extra large	131-143	129-141

Stoga je složeni tehnologijski istraživačko-razvojni projekt *Hrvatski antropometrijski sustav*, u okviru kojeg je provedeno nacionalno mjerenje stanovništva u Republici Hrvatskoj s ciljem i doprinosom izrade novih hrvatskih normi veličina za odjeću i obuću, od izuzetno velike važnosti.

4. Zaključak

Tijekom godina u različitim dijelovima svijeta stvoreni su sustavi određivanja veličina koji mnogo variraju u pogledu parametara na kojima se temelje, intervalima veličine komponenata i možda posebno po svojim sredstvima označavanja [3]. Oni mogu značajno varirati ne samo od zemlje do zemlje, već unutar iste zemlje i čak unutar iste trgovine. Vrlo je važna suradnja proizvođača odjeće i prodavača koji imaju direktan kontakt s potrošačima, kako bi potrošači pri kupovini odjeće mogli lakše, brže i s većom sigurnošću odabrati odjevnju veličinu koja im odgovara. Stoga se može zaključiti da je u Hrvatskoj veoma velik značaj antropometrijskih mjerenja provedenih u sklopu projekta *Hrvatski antropometrijski sustav*.

Literatura

- [1] Tanay, Lj., *Poznavanje robe u trgovini*, Školska knjiga, 953-0-20716-6, Zagreb, (2002)
- [2] Blažević, L., Pribić, S., *Estetika odijevanja*, Alfa, 953-168-233-X, Zagreb, (2000)
- [3] Ujević, D. i sur., Problematika sustava određivanja veličina i tržišta, *Hrvatski antropometrijski sustav - Podloga za nove Hrvatske norme za veličinu odjeće i obuće*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u zagrebu, 953-7105-09-1, Zagreb, (2006), str. 132-137
- [4] Dostupno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Adolphe_Quetelet, pristupljeno rujana 2011.
- [5] Rogale, D., Firšt Rogale, S., Tjelesna konstitucija čovjeka, *Hrvatski antropometrijski sustav - Podloga za nove Hrvatske norme za veličinu odjeće i obuće*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u zagrebu, 953-7105-09-1, Zagreb, (2006), 138-149

- [6] <http://www.zpr.fer.hr/static/erg/2005/gamberger/dokument/antropometrija.pdf>, pristupljeno listopad 2011.
- [7] Ujević, D. i sur, Prikaz istraživanja i usporedbe sustava odjevnih veličina, *Tekstil*, 52. (2003) 12., 611-620, 0492-5882
- [8] Ashdown, Susan P., An Investigation of the Structure of Sizing Systems, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 10. (1998) 5, 324-341, 0955-6222
- [9] http://www.sizegermany.de/pdf/Presseinfo_1_sg_280307.pdf, pristupljeno listopad 2011.
- [10] Geršak, J., *Priprava proizvodnje oblačil*, Univerza v Mariboru, Fakulteta za Strojništvo, 978-961-248 119-3, Maribor, (2009)
- [11] ISO/TR 10652 Technical Report, Standard sizing system for clothes, First edition (1991)
- [12] Dostupno na: www.hzn.hr, pristupljeno listopad 2011.
- [13] Dostupno na: <http://www.ezadar.hr/clanak/prosjecni-hrvat-visok-176-centimetara-i-tezak-82-kilograma>, pristupljeno listopad 2011.

ODREĐIVANJE OPTIMALNIH PARAMETARA SPAJANJA TERMOPLASTIČNIH FOLIJA ULTRAZVUČNOM TEHNIKOM

DETERMINATION OF OPTIMUM PARAMETERS FOR WELDING THERMOPLASTIC FOILS USING ULTRASONIC TECHNIQUE

Dubravko ROGALE; Snježana FIRŠT ROGALE & Martina BOBOVČAN

Sažetak: *Inteligentni odjevni predmet s adaptivnim termoizolacijskim svojstvima se temelji na primjeni termoizolacijskih komora koje se napuhuju komprimiranim zrakom, a o stupnju aktivacije pojedinih komora ovisi termička zaštita odjavnog predmeta kontroliranom kondukcijom i konvekcijom topline ljudskog tijela. Istraživane su najpogodnije metode spajanja visokoelastičnih zrakonepropusnih folija od kojih su izrađene termoizolacijske komore. U radu su opisani rezultati spajanja postignuti ultrazvučnom tehnikom te utvrđeni parametri spajanja zrakonepropusnih segmentiranih termoizolacijskih komora kao i pojava neželjenog istiskivanja rubova spoja te oštećenja materijala. Također su utvrđeni optimalni parametri ultrazvučnog spajanja uz minimalni efekt istiskivanja rubova.*

Abstract: *Intelligent clothing with adaptive thermal insulative properties is based on the application of thermoinsulative chambers that is inflated by compressed air, about the degree of activation of individual chambers is dependent thermal protection garment controlled by conduction and convection of heat in the body. Investigated are the most appropriate methods of matching highly elastic air impermeability foil used to make the heat thermoinsulative chambers. This paper describes the results achieved by connecting the ultrasonic technique and set connection parameters air impermeability segmented thermoinsulative chambers and the appearance of unwanted crowding the edges of the joints and damage to materials. They also determined the optimum parameters of ultrasonic joining with minimal effect of crowding out the edges*

Ključne riječi: *ultrazvučno spajanje, inteligentna odjeća, termoizolacijske komore*

Keywords: *ultrasonic welding, intelligent clothing, thermoinsulative chambers*

1. Uvod

Inteligentni odjevni predmet s adaptivnim termoizolacijskim svojstvima sastoji se od sustava vanjske školjke programibilne promjenjive debljine s vanjskim i unutarnjim zaštitnim slojem tkanine, sustava termoizolacijskih komora s mogućnošću upravljanja kondukcijom i konvekcijom tjelesne topline, senzora i mjernih sustava ulaznih varijabli, mikrokontrolerskog mjernog i upravljačkog sustava, aktuatorskog sustava s elementima mikropneumatike za upravljanje izlaznim varijablama, sustava napajanja i mjernih i upravljačkih programa mikrokontrolera s algoritmom inteligentnog ponašanja odjavnog predmeta.

Konstruiran je odjevni predmet koji ima sve karakteristike konvencionalne konstrukcije uz novi, dodatni parametar promjenjive debljine odjavnog predmeta. Promjenjivi parametar debljine odjavnog predmeta nastao je kao posljedica zračnih termoizolacijskih komora koje se napuhuju pri čemu mijenjaju svoju debljinu za nekoliko desetaka milimetara.

Termoizolacijske komore su načinjene iz polimernih materijala visoko elastičnih svojstava s dovoljno malom površinskom masom i sa svojstvima spajanja zrakonepropusnih spojeva. Istraživane su tehnike spajanja termoizolacijskih komora postupkom lijepljenja, toplinskog spajanja s pomoću kondukcije i konvekcije, visokofrekventnog spajanja te ultrazvučnog spajanja.

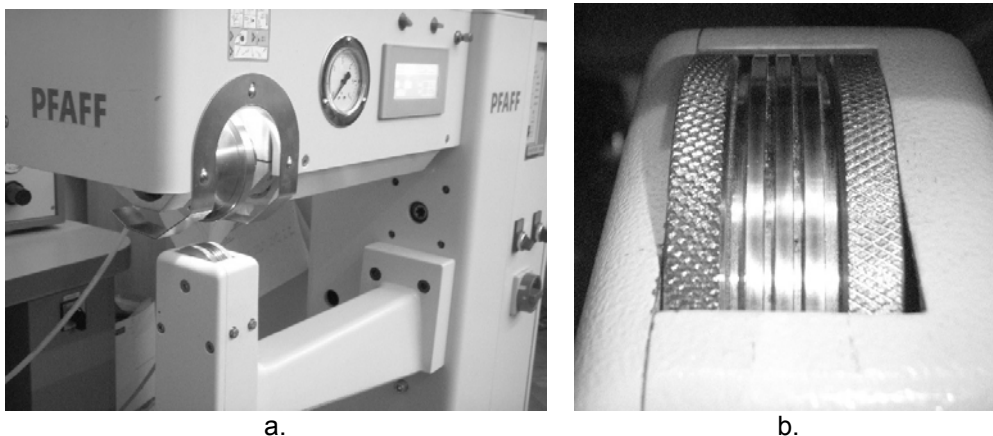
Ultrazvučna tehnika se u odjevnoj inženjerstvu sve više koristi za rezanje i spajanje termoplastičnih sintetskih polimera koji mogu biti u tkanoj ili pletenoj formi, u formi netkanog tekstila ili folija, stoga ultrazvučna tehnika predstavlja vrlo dobru alternativu konvencionalnim tehnikama rezanja i spajanja.

Strojevi za ultrazvučno spajanje rade na principu ultrazvučnih titraja, koje pak opisujemo kao mehaničke titraje frekvencije 18-42 kHz i uz amplitudu od cca. 100 μm.

Kod spajanja termoplastičnih materijala mehanički titraji uzrokuju lokalno zagrijavanje na mjestu djelovanja ultrazvuka, zagrijavajući cijeli volumen materijala, a ne samo površinu polimernog materijala koji se spaja. Rezultat je omekšavanje termoplastičnog materijala i formiranja spoja nakon hlađenja, a izgled spoja ovisi o gravuri na protuvaljku.

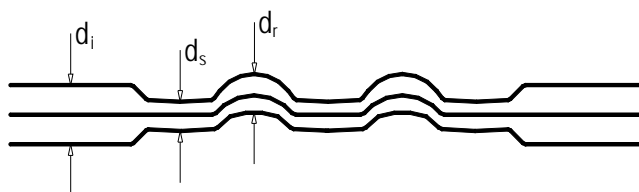
2. Eksperimentalni dio

Spajanje mjernih uzoraka zračnih termoizolacijskih komora izvedeno je ultrazvučnim strojem, tt. PFAFF, oznake Seamsonic 8310-003, koji je instaliran u Laboratoriju za procesne parametre u Zavodu za odjevnu tehnologiju Tekstilno-tehnološkog fakulteta, slika 1a., a izgled gravurnog protuvaljka s tri spojne linije, s kojim su spajani uzorci zračnih termoizolacijskih komora prikazan je na sl. 1b. [3].



Slika 1: a. Ultrazvučni stroj Seamsonic 8310-003 tt. PFAFF, b. Prikaz gravurnog protuvaljka

Za izradu uzoraka zračnih termoizolacijskih komora inteligentnog odjevnog predmeta s adaptivnim mikroklimatskim stanjima, je korištena visokoelastična poliuretanska folija tt.Bayer Epurex Films GmbH oznake Walopur 4201AU. Uz konstantnu brzinu spajanja od $2,9 \text{ mmin}^{-1}$, razmak između sonotrode i gravurnog protuvaljka $0,392 \text{ mm}$ te pritisnu silu od 384 N , mijenjana je snaga ultrazvučnog spajanja, P_s . Mjerena je debljina spoja, d_s , i debljina istisnutih rubova d_i , sl. 2.



Slika 2: Prikaz mjerenih debljina izratka, d_i , debljina spoja, d_s i debljina istisnutih rubova d_r

Za mjerenje debljine spoja (d_s) debljine istisnutih rubova, (d_r) i debljine izratka, (d_i) korišten je digitalni mikrometar tt. Toolcraft.

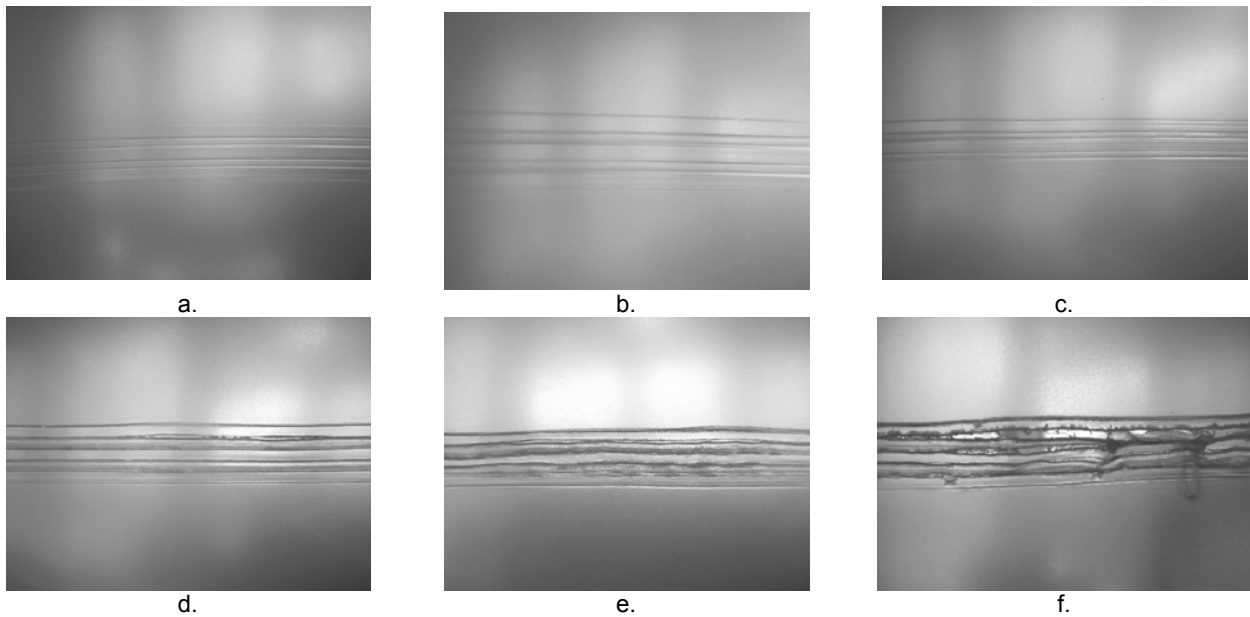
3. Rezultati i rasprava

U tab. 1 prikazane su vrijednosti debljine spoja (d_s) i debljina istisnutih rubova (d_r) u ovisnosti o promjenama snage spajanja (P_s) od 200, 216, 268, 304, 356 i 372 W. Debljina izratka, odnosno dva sloja folije Walopur 4201AU od koje su izrađeni uzorci zračnih termoizolacijskih komora, iznosi $0,392 \text{ mm}$.

Tablica 1: Promjena debljine spoja (d_s) i debljina istisnutih rubova (d_r) u ovisnosti o snazi spajanja (P_s)

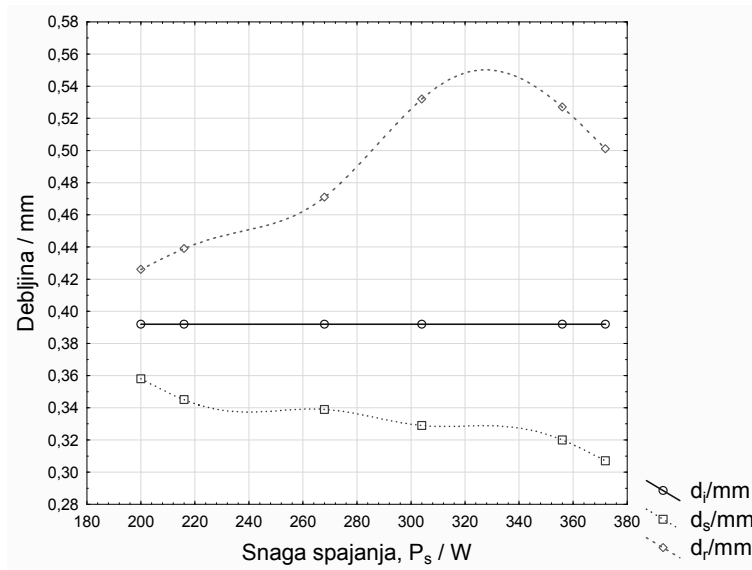
P_s / W	d_i / mm	d_s / mm	d_r / mm
200	0,392	0,358	0,426
216		0,345	0,439
268		0,339	0,471
304		0,329	0,532
356		0,320	0,527
372		0,307	0,501

Na sl. 3 prikazani su spojevi uzoraka zračnih termoizolacijskih komora pri različitim vrijednostima snage spajanja.



Slika 3: Prikaz uzoraka spajanih ultrazvučnom tehnikom pri različitim vrijednostima snage spajanja (P_s): a. 200 W; b. 216 W; c. 268 W; d. 304 W; e. 356 W; f. 372 W.

Na sl. 4 prikazana je ovisnost debljine spoja (d_s) i debljine istisnutih rubova (d_r) o snazi ultrazvučnog spajanja (P_s).



Slika 5: Ovisnost debljine spoja (d_s) i debljine istisnutih rubova (d_r) o snazi ultrazvučnog spajanja (P_s)

Spoj uzorka zračnih termoizolacijskih komora najboljih karakteristika dobiven je pri snazi spajanja od 268 W uz konstantnoj brzini spajanja od $2,9 \text{ mm min}^{-1}$, razmaku između sonotrode i gravurnog protuvaljka $0,392 \text{ mm}$ te pritisknoj sili od 384 N. Pri manjim snagama spoj nije dovoljno čvrst, odnosno zrakonepropusan. Kod većih snaga dolazi do vidljivog oštećenja spoja te takav spoj postaje zrakopropusan.

4. Zaključak

Ultrazvučna tehnika spajanja ima vrlo dobre mogućnosti primjene pri izradi termoizolacijskih komora inteligentne odjeće. Također se može zaključiti da se tehnološki proces ultrazvučnog spajanja treba izvoditi u blizini donje granice optimuma jer je potrošnja energije u tom području najmanja, a debljina istisnutih rubova zadovoljavajuća.

Može se zaključiti da se povećanjem snage spajanja smanjuje debljina spoja, dok se povećanjem snage ultrazvučnog spajanja povećava debljina istisnutog ruba do vrijednosti od 268 W a nakon te vrijednosti debljina istisnutog ruba se počine smanjivati. Razlog tome je pregrijani spoj čime dolazi do oštećenja spoja. Smanjenje debljine spoja odražava se kao smanjenje čvrstoće spoja što je tehnološki neprihvatljivo. Isto tako mala vrijednost snage spajanja ispod 200 W nije dovoljna za formiranje čvrstog zrakonepropusnog spoja.

Literatura

- [1] Firšt Rogale, S.; Rogale, D.; Dragčević, Z. & Nikolić, G. Controllable Ribbed Thermoinsulative Chamber of Continually Adjustable Thickness, Patent protection No. WO2009115851, World Intellectual Property Organization, 2010
- [2] Dixon, J. P. & Grewell, D.: Radio Frequency Welding, *Plastics and Composites Welding Handbook*, Grewell, Benatar, Park, (Ed.), Hanser, ISBN 1-56990-313-1, Ohio, 2003, 249-270,
- [3] Bajaj, P.: Thermally sensitive materials, *Smart fibers, fabric and clothing*, Tao, X. (Ed.), Woodhead Publishing Ltd, ISBN 1 85573 546 6, Abington, 2001, 58- 82,
- [4] Troughton, M. J.: *Handbook of plastics joining*, William Andrew Inc. ISBN 978-0-8155-1581-4, Norwich, 2008
- [5] Rogale, D.; Dragčević, Z.: Tehnike konfekcioniranja tehničkog tekstila, *Tekstil*, **51.** (2002) 2, 64-77, 0492-5882

DENIM TKANINE NEKAD I DANAS

DENIM FABRICS THEN AND NOW

Bosiljka ŠARAVANJA; Snježana BRNADA & Stana KOVAČEVIĆ

Sažetak: Denim tkanine svoj prvi proboj na tržište imale su u vrijeme „Zlatne groznice“ krajem 19. stoljeća kada su se koristile isključivo za izradu izdržljivih radnih odijela za rudare i tragače za zlatom. Od tada do današnjih dana zadržale su se na tržištu. U međuvremenu se mijenjala njihova namjena, odjeća iz denim tkanina iz radne prelazi u modnu, a same se tkanine, razvojem tehnologije, mijenjaju i poboljšavaju u svojim svojstvima. U ovom istraživanju prikazan je put razvoja i transformacija denim tkanina od njihove pojave na tržištu do danas te su ispitana neka svojstva modernih denim tkanina.

Abstract: The first market penetration of denim fabrics happened at the time of "The Gold Rush" in the late 19th century when they were used exclusively for making durable work clothing for miners and gold seekers. Until the present days they have kept on the market. In the meantime they changed their purpose, from working clothing into fashion clothing, and the properties of denim fabrics have been changing and improving with the technology development. This study shows the path of the development and transformation of denim fabrics, from their first appearance on the market till today. Some of the characteristics of modern denim fabric were also studied.

Ključne riječi: denim tkanina, traper hlače, mehanička svojstva tkanina

Keywords: denim fabric, jeans, mechanical fabric properties

1. Uvod

Prve denim tkanine pojavile su se u prvom tisućljeću p.k. u Europi. Od svojih početaka, denim je povezan s odjevnim stilom i načinom života cijele jedne ere. Povjesničari pretpostavljaju da je prva denim tkanina nastala oko 1600 g. u Francuskoj gdje su se odjevni predmeti sačinjeni iz nje nazivali "serge de nimes", a izrađivala se iz vunjenih mješavina. Otprilike u isto vrijeme, u Italiji se proizvodila odjeća iz tkanine tzv. "genes", nazvana prema gradiću Genoa. U oba slučaja tkanine su bile tkane u keper vezu i bojadisane prirodnim indigo bojilom. Nije točno poznato kada su se počele izrađivati denim tkanine iz pamuka. Prva poznata pamučna denim tkanina datira s kraja 18. stoljeća i bila je preteča denim tkaninama za tzv. traper hlače. Denim tkanine su tkane najčešće u keper vezu s dominantnim osnovnim efektom na licu. Usprkos korištenju relativno jeftinih i naizgled nekvalitetnih pređa njihova uporaba za hlače izazvala je nezapamćenu potražnju na tržištu koja traje više od jednog stoljeća. Do današnjih dana ovaj odjevni predmet zauzima dominantno mjesto u populaciji mlađe dobi. Neki čak smatraju da se prekretnica popularnosti denim hlača dogodila pojavom dva filma, i to „Divljak“ ("Wild one") iz 1953. g. s Marlon Brando-m u glavnoj ulozi i „Buntovnik bez razloga“ ("Rebel without a cause") iz 1955. s James Dean-om kao glavnim glumcem. U oba filma buntovni mladi protagonisti nosili su plave jeans hlače, crne kožne jakne i uske t-shirt majice te su postali seks simbolima svoga doba (sl. 1) [1,2].



Slika 1: Denim stil '60.-ih

Dizajneri visoke mode počeli su koristiti denim tkaninu za svoje kolekcije uklapajući u svoje modele najrazličitije detalje. Danas se denim tkanine izrađuju od pamučnih pređa, a vlakna za izradu pređe moraju imati odgovarajuću dužinu kako bi pređa imala odgovarajuća istezna svojstva. Do 1960-ih pređe za denim tkanine prele su se isključivo tehnologijom konvencionalnog prstenastog predenja, 1970-ih razvijena je nova tehnologija predenja, tzv. open-end predenje (predenje s otvorenim krajem) koje je velikim dijelom zamijenilo prstenasto. U odnosu na open end pređu, konvencionalna prstenasta pređa ima puno veću čvrstoću, što je vrlo bitno svojstvo za mokru doradu, međutim sam proces je puno skuplji. Bojadanje denim tkanina u prepoznatljivu plavu boju nekad se vršilo prirodnim indigo bojilima, dok se danas koriste sintetička bojila. Od prvih početaka denim tkanina, promijenila se i tehnologija izrade pređe i tkanina. Osnovna karakteristika denim tkanina je dakle, da su otkane od pamučnih jednonitnih pređa, u osnovi je bojena a u potki sirova ili bjeljena pređa. Osnova se boji u plavu boju na snovačim valjcima, a potom škrobi. S obzirom da se radi o jednonitnoj pređi u osnovi i potci, tkanje ovih tkanina je relativno teško s nižim iskorištenjem strojeva. Prema vezovima koji se najčešće koriste (keper 3/1, 2/2, 2/1), a tka na ekscentarskim tkalačkim strojevima, današnji denim proizvodi superiorniji su u pogledu kvalitete od nekadašnjih [3-6].

2. Neuništivo radno odijelo

Levi Strauss zaslužan je za komercijalnu uporabu denim hlača koje su u početku bile namijenjene za rudare u rudnicima zlata tijekom „Zlatne groznice“ (sl.2 a)) u Kaliforniji između 1850. i 1860. godine. Denim hlače iz kepera bile su puno čvršće od platnenih hlača koje su rudari do tada nosili, a između 1860. i 1870. godine počele su se dodatno učvršćivati na područjima većih opterećenja (dio prednjeg džepa kod bočnog šava hlača) metalnim zakovicama. Ta ideja potekla je od Jacob Davis-a koji je bio krojač i bavio se veleprodajom te surađivao s Levi Straussom. Strauss zapošljava Davisa kao nadzornika proizvodnje plavih denim radnih odijela do struka u San Franciscu (sl. 2 b)) te tako počije njihova suradnja. Denim tkanine počele su se usko povezivati s indigo plavom bojom 1900-tih godina. Nije točno poznato kada i zašto se denim odjeća počela bojati u plavu boju, ali pretpostavka je da je razlog taj što se na plavoj boji najmanje vide nečistoće te se slabije upijaju tekućine radi većih gustoća niti osnove u odnosu na tkanine u platno vezu.



a)



b)

Slika 2: a) Tragač za zlatom u vrijeme „Zlatne groznice“ i b) Radno odijelo

3. Moda mladih

Sve do 1920-tih, plave denim hlače nosile su se uglavnom kao radna odjeća nakon čega denim u indigo ili plavoj boji postaje tražena roba na tržištu mode. Godine 1960. plave denim hlače bile su jedan od simbola bunta tinejdžera i mladih. Mladi „pobunjenici“, također znani hipiji ili djeca cvijeća, ukrašavali su svoje plave denim hlače crtajući po njima cvijeće i simbole mira (protestirajući protiv Vijetnamskog rata) (sl. 3 a)).

1980-tih i 1990-tih počele su se proizvoditi denim hlače u različitim nijansama plave boje. Svaki poznati dizajner imao je denim kolekciju. Denim se poistovjećivao s američkim životnim stilom. Denim se više nije vezao uz radnu odjeću za rudare već je postao omiljen među višom klasom. Nosio se čak i u formalnim prilikama u kombinaciji sa sakoom i kravatom. 1990-tih denim je bio toliko popularan u Japanu da je potražnja višestruko nadmašila ponudu. 1990-tih plave denim hlače ukrašavale su se različitim ukrasima-pletenicama u boji, staklenim kuglicama na struku i u dnu nogavica (sl. 3 b)). U istom razdoblju, otkriće elastanskih vlakana i njihova primjena u proizvodnji denim odjeće omogućuje izradu uskih denim hlača poboljšanih uporabnih svojstava s naglaskom na udobnost nošenja (sl. 3 c)).



Slika 3: a) Denim stil '70.-ih, b) Denim stil '80.-ih i c) Denim hlače s elastanskim vlaknom

U ranim počecima komercijalne, modne primjene denim hlača, modela je bilo samo nekoliko, ali raspon veličina bio je velik. Denim hlače nisu se prale u doradnim procesima proizvodnje pa je njihovo skupljanje nakon prvog pranja bilo vrlo veliko, a kako nije postojala deklaracija o skupljanju, kupci su morali pogoditi svoj pravi broj. Levi je prozvao svoje proizvode "shrink to fit". Kako bi se postigao efekt uskih denim hlača, osoba ih je trebala obući i smočiti ih na sebi kako bi se one suzile sušenjem. Ovaj problem prevladao se komercijalizacijom elastanskih pređa. Elastansko vlakno, otkriveno je 1958. godine te je njegova tadašnja namjena bila zamjena za gumu u korzetima. 1960-ih elastansko vlakno koristi se za kupaće kostime te za sportsku odjeću, a 1970-ih sve je više prisutno u modnoj industriji. Istih godina, razvoj tehnologije pređenja omogućio je izradu pamučne pređe s elastanskom jezgrom. Korištenjem ovih pređa, dobivaju se tkanine iznimnih elastičnih svojstava, a odjevni predmeti sačinjeni od njih odlikuju se odličnom udobnošću nošenja. Smanjena je sklonost pojedinih dijelova odjevnih predmeta deformacijama (koljena, laktovi), a odjevni predmet duže zadržava prvobitni oblik. Tkanine s elastanskim nitima imaju svojstvo da se nakon djelovanja sile vrate u prvobitni položaj te da to svojstvo održe do isteka uporabnog roka trajanja proizvoda [7]. To svojstvo ovisi o istezanju i zadržavanju oblika pod utjecajem kontrakcijskih sila elastičnog materijala. Kontrakcijske sile rezultat su tipa ili kombinacija elastanske pređe te udjela elastana u tkanini. Ukupni omjer istezanja pod utjecajem je udjela elastanskog vlakna i frikcijskih veza unutar tkanine. Trenja u tkanini ovisi o tipu pređe, postavkama u procesu tkanja i mnogim drugim faktorima.

4. Eksperimentalni dio

Ispitana su tri uzorka denim tkanine različitih svojstava. Uzorci su odabrani na način da zastupaju najčešće korištene vrste tkanina za izradu denim hlača. Uzorak I tkan je u vezu K 2/1 Z, dok su uzorci II i III tkani u K 3/1 Z. Uzorak I i II u potci imaju pređu finoće 65 tex iz mješavine pamuk/elastan dok potka uzorka III ima finoću 85 tex i sačinjena je iz 100% pamuka. Pređe za osnovu sva tri uzorka različite su finoće, a sačinjene su iz su iz 100% pamuka. Uzorci I i II imaju jednaku gustoću niti po osnovi (34 niti/cm) i potci (20 niti/cm) dok uzorak III ima jednaku gustoću niti po potci kao prva dva, a različitu gustoću po osnovi (24 niti/cm). Uzorci imaju različite mase metra kvadratnog i debljine. Sva tri uzorka imaju osnovu u plavoj boji i potku u bijeloj boji što je tipično za denim tkanine. Na uzorcima je ispitana prekidna sila i izduženje te otpornost na habanje.

5. Rezultati i rasprava

Rezultati ispitivanja prikazani su u tab 1. Uzorci I i II jednakih finoća u osnovi (65 tex), jednakih gustoća u osnovi (34 niti/cm) i potci (20 niti/cm) te jednakog sirovinskog sastava u osnovi (100% pamuk) i potci (siro s elastanskom jezgrom), imaju neznatnu razliku u prekidnim silama po osnovi (uzorak I = 147 daN, uzorak II = 142,2 daN), usprkos tomu što su tkani u različitim vezovima. Prekidna sila po potci kod uzorka I i II je različita (uzorak I = 36 daN, uzorka II = 65,9 daN). Uzrok tomu je razlika u finoći potke (uzorak I = 29,3 tex, uzorak II = 53,7 tex). Uzorak III izrađen je od pamučne pređe u osnovi i potki grublje finoće u odnosu na ostala dva uzorka, ali iste gustoće po potki i osjetno manje gustoće po osnovi. Usprkos manjoj gustoći po osnovi (24 niti/cm) i jednakoj gustoći po potci (20 niti/cm) u odnosu na prva dva uzorka, prekidna sila je najveća kod uzorka III po osnovi (124 daN) i po potci (120,2 daN). Prekidno izduženje također je najveće po osnovi kod uzorka III što je i očekivano s obzirom da ista ima najveću prekidnu silu. Prekidno izduženje po potci najveće je kod uzorka II (29,8 %). Debljina i masa pređe prate tijek finoće pređe, ali ne i gustoće tkanine. Iz rezultata je vidljivo da je kod sva tri uzorka otpornost na habanje veća u smjeru osnove nego u

smjeru potke što je značajan podatak za proizvođače odjevnih proizvoda iz ovih tkanina, prilikom konstruiranja i modeliranja odjevnih proizvoda.

Tablica 1: Rezultati ispitivanja uzoraka denim tkanina

		Uzorak I	Uzorak II	Uzorak III
Vez		K 2/1 D	K 3/1 D	K 3/1 D
Finoća pređe, tex	osnova	65	65	85,0
	potka	29,3	53,7	91,7
Broj uvoja pređe, u/m	osnova	487 „Z“	494 „Z“	223 „Z“
	potka	770 „Z“	674 „Z“	392 „Z“
Sirovinski sastav pređe	osnova	pamuk	pamuk	pamuk
	potka	pamuk/elastan	pamuk/elastan	pamuk
Boja pređe	osnova	plava	plava	plava
	potka	sirova	sirova	sirova
Tip pređe	osnova	jednonitna	jednonitna	jednonitna
	potka	siro (elastanska jezgra)	siro (elastanska jezgra)	jednonitna
Prekidna sila tkanine, daN	osnova	147,0	142,2	124,0
	potka	36,0	65,9	120,2
CV % prekidne sile	osnova	2,85	5,08	7,32
	potka	3,40	8,11	8,99
Prekidno izduženje tkanine, %	osnova	20,4	24,5	35,7
	potka	18,2	29,8	18,7
CV %, prek. izduženja	osnova	5,59	8,90	8,44
	potka	4,99	2,54	4,06
Gustoća tkanine, niti/cm	osnova	34	34	24
	potka	20	20	20
Debljina tkanine, mm		0,52	0,65	0,77
Masa tkanine, g/m ²		292,5	391,9	426,3
Otpornost tk. na habanje, br. cikl.	osnova	7322	1636	6585
	potka	230	773	1220

6. Zaključak

Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da su denim tkanine otkane najčešće u osnovnim keper vezovima malih jedinica veza (K 2/1, K3/1). Osnova i potka su jednonitne predene pamučne pređe ili siro s elastanskom jezgrom. Osnova je bojadisana u plavoj indigo boji, dok je potka sirova. Ispitani uzorci se međusobno manje razlikuju po finoćama pređe za osnovu (60 do 90 tex) u odnosu na finoće pređe za potku (25 do 100 tex). Vrijednosti prekidnih sila i otpornosti na habanje u smjeru osnove često su višestruko veće u odnosu na iste parametre u smjeru potke, što je specifično za denim tkanine. Gustoća po osnovi je uvijek veća, dok je po potki najčešće oko 20 niti/cm, bez obzira na finoću pređe. Debljina denim tkanina kreće se od 0,5 do 0,8 mm a masa denim tkanina je od 290 do 430 g/m².

Literatura

- [1] Downey, L.: *A short history of denim*, Levi Strauss & Co. Historian
- [2] Steele, V.: *Encyclopedia of clothing and fashion (v.1)*, Scribner library of daily life, ISBN 0-684-31395-2, međudržavna suradnja, (2005)
- [3] Özdil, N.: Stretch and Bagging Properties of Denim Fabrics Containing different Rates of Elastane, *Fibres & Textiles in eastern Europe*, Vol 16 (2008) 1, 63-67
- [4] Kovačević, S.; Dimitrovski K. & Hađina J.: *Procesi tkanja*, Tekstilno-tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, ISBN 978-953-7105-21-1, Zagreb, (2008)
- [5] Prospekti s ITMA 2012 od sljedećih tvrtki: Picanol, Dornier, Wamatex Itema Weaving, Sultex Itema Weaving, Stäubli, Smit Textile, Schönherr, CCI tech inc., Toyota
- [6] ... Prikazi strojeva: Dornier na sajmu ITMA 2011 u Barceloni, *Tekstil* 60 (4) 170-172
- [7] Wright, E.: *Weaving of elastine yarns*, Dornier GmbH, Germany

PROBLEMATIKA ELASTIČNIH ŠAVOVA I NJIHOV UTJECAJ NA DIZAJN ODJEĆE

PROBLEMS OF ELASTIC SEAMS AND THEIR INFLUENCE ON THE DESIGN OF CLOTHING

Darko UJEVIĆ; Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ & Irena TOPIĆ

Sažetak: U ovom radu povezuje se teorija i praksa. Rad predstavlja istraživanje ponašanja pletiva i elastičnih šavova u svrhu dizajna odjeće. U prvom dijelu se teorijski opisuje vrste šivaćih šavova i uboda, postupak šivanja pletene odjeće, te postupak ispitivanja oštećenja očica na spojnom šavu na mjernom uređaju. Postavlja se teza o utjecaju elastični šavova u dizajnu odjeće kao funkcionalnih elemenata i estetskih.

Abstract: This paper connects theory and practice. The paper presents studies of the behavior of knitted fabric and elastic seams for garment design. In the first part of the theory describes the types of sewing seams and stitches, knitted garment sewing process, and damage testing procedure to stitch the seam connecting the measuring device. There is a thesis about the influence of elastic seams in clothing design as functional and aesthetic elements.

Ključne riječi: elastični šav, pletivo, dizajn odjeće, oštećenja očica, funkcionalnost, estetika

Keywords: elastic stitch, knitting, garment design, stitch damage, functionality, aesthetics

1. Uvod

U projektiranju i procesu izrade odjevnih predmeta od pletiva postoje različite vrste spajanja krojnih dijelova. Jedan od načina spajanja krojnih dijelova je šivanje. Šivaći ubodi osim za funkciju spajanja krojnih dijelova upotrebljavaju se i kao ukras odnosno u dizajnu odjeće.

Zbog napetosti gornjeg i donjeg konca, svojstva materijala, može doći do problema kod šivanja elastičnog šava. Može doći do nabiranja pletiva ili oštećenja očica, te nefunkcionalnosti elastičnog šava. Ovaj rezultat je negativan, ali se može i primijeniti kao pozitivan efekt u dizajniranju odjevnog proizvoda.

2. Vrste šivaćih šavova i uboda

Tipovi šivaćih uboda dijele se na 6 skupina s oznakama od 100 do 600. Postoje jednostruki lančani, jednostruki zrnčani, dvostruki zrnčani, dvostruki lančani, obamitajući lančani, prekrivni lančani. Postoje kombinacije šivaćih uboda koje se označavaju brojevima svakog od tipova uboda koji sudjeluju u pojedinoj kombinaciji koja je moguća u istodobnoj operaciji šivanja, te se tada kombinacija označava u zagradi.

Standardom ISO 4916 šivani šav je definiran kao niz šivaćih uboda jednom ili više slojeva materijala za šivanje. Šavovi su razvrstani u osam skupina s obzirom na tip i najmanji broj slojeva materijala za šivanje u šavu.

Pravilan šav mora biti u funkciji odabranog materijala, imati čvrstoću, elastičnost, mora biti trajan, što ovisi i o vrsti konca. Različito postavljanje gustoće šivanja odnosno gustoće uboda ovisi ove karakteristike ovisi o podešenosti stroja [1].

3. Šivanje pletene odjeće

Odjevni predmet izrađen od pletiva zahtjeva specifično šivanje. Pletivo bi trebalo biti proizvedeno u kontroliranom tehnološkom procesu kako bi odgovaralo tehničkim standardima te bilo upotrebljivo za izradu odjevnog predmeta. Parametri koji su preduvjet za kvalitetni završni produkt su parametri stroja (finoća, oblik

podešenost skretnice, ulazna napetost pređe sial povlačenja pletiva), pređe (finoća, broj uvoja, kakvoća kemijske obrade, vrsta namotka, kakvoća parafiranja), te okoline (temperatura, relativna vlažnost zraka).

U procesu šivanja se događaju greške i problemi različiti od odjeće izrađene od tkanina kao što su oštećenje očica, produženje prošiva, nedovoljna elastičnost prošiva ili spoja te ispuštanje očica. Uspješnost šivanja se dobiva primjenom specifičnih tehnika prerade gdje se u obzir uzimaju svojstva i struktura, te tehnološka svojstva izrađenog pletiva.

Pletena odjeća se spaja šavovima koji trebaju imati svojstvo elastičnosti, operacija šivanja se izvode na posebnim šivanim strojevima. Elastični šav mora biti funkcionalan, pružati adekvatnu rastezljivost i oporavak, treba imati adekvatnu čvrstoću, sigurnost i trajnost. Izgled šava mora biti visoke kvalitete, koji što podrazumijeva minimalni broj šavnih nabora, otpornost na kliznost i napetost šava i minimalno razdvajanje pređe.

Važna je i udobnost šava, odnosno da šav treba biti gladak pri opipu te rastezljiv. Pletiva daju odjeći karakteristiku izvrsne udobnosti nošenja i prianjanja uz tijelo, ali u isto vrijeme postoje problemi kod šivanja materijala. Elastičnost šava također ovisi o vrsti pletiva, tipu uboda te elastičnosti šivaćeg konca. Elastični šav bi trebao imati visoku učinkovitost po uzdužnim i poprečni opterećenjima [2,3].

3.1 Mjerni uređaj za ispitivanje oštećenja očica pletiva na spojnom šavu

Pletivo se sastoji od niti povezanih u obliku petlje. Kod šivanja vršak igle prodire proširujući očice, te nit odnosno očica dodiruje iglu u znatno većem kutu obavljanja nego što je slučaj kod tkanine. Nesrazmjer očica i promjena šivaće igle može dovesti do opterećenja niti očice, također kada šivaća igla probode nit probode nit očice, dolazi do mikro oštećenja koja kasnije mogu dovesti do razaranja veza. Kasnije prilikom nošenja odjevnog predmeta nakon određenog vremena očice se mogu potrgati na području šava i to se manifestira u obliku jasno vidljivih oštećenja u obliku ispuštenih redova očica. [4]

Oštećenje očica na spojnom šavu se ispituje na uređaju specijaliziranom za ispitivanje šavova na pletenoj odjeći, koji se nalazi na Tekstilno- tehnološkom fakultetu (patentna prijava, autori D. Ujević.; G. Nikolić.; B. Brlobašić Šajatović; PK20080038)

Oštećenje očica pletiva nastalog u procesu šivanja pletene odjeće može izazvati u eksploataciji pomicanjem ekstremiteta daljnje širenje otvora oštećenja očice i paranje krojnog dijela. Zbog toga je bitno ustanoviti oštećenje ranije u procesu izrade odjeće te po potrebi mijenjati proizvodne parametre, a nezadovoljavajuće odjevne proizvode vratiti u proces popravka.

Sašiveni uzorak pletenog materijala ispituje se na uređaju simuliranjem pokreta i opterećenja pri nošenju u eksploataciji.

Pokreti se simuliraju njihovim pod opterećenjem. Nametnutim brojem njihanja i opterećenja ustanovljava se postoji li mogućnost oštećenja spoja kao posljedica neispravnog procesa rada i elemenata koji sudjeluju u procesu rada.

Ako na uzorku nakon isteka procesa rada uređaja nema vidljivih oštećenja proces spajanja ispitivane vrste pletiva materijala je ispravan. Kako bi se ustanovio trenutak nastanka oštećenja proširivanjem otvora oko uboda igle, uređaj ima vizijski sustav detekcije koji prati mjesto spoja, odnosno šav, cijelo vrijeme ispitivanja uzduž linije spajanja.

Kada sustav za detekciju ustanovi pojavu pukotine automatski zaustavlja proces rada i odbrojava broj njihaja. Time je ustanovljena ne samo pojava oštećenja već i trenutak oštećenja, odnosno koliko je njihaja izdržao taj spoj pletiva. Izum je namijenjen ispitivanju oštećenja očica pletiva za potrebe industrije pletene odjeće kao i istraživanja u znanstvene svrhe. [5,6]

4. Utjecaj elastičnih šavova na dizajn odjeće

Šav se može koristiti za spajanje krojnih dijelova odjevnoga predmeta, ali i kao element za ukrašavanje odjeće. Promjene na čvrstoći šavova, elastičnosti, vanjskome izgledu može utjecati na oblik odjevnog predmeta koji se također mehanički i optički mijenja nakon određenog vremena.

Dizajner može iskoristiti „element raspada šava“ kod dizajniranja odjeće i u estetske svrhe, da bi se dobio željeni vizualni efekt, slika 1.[7-10].



Slika 1: Primjeri dizajna odjeće „iznošeni“ stil

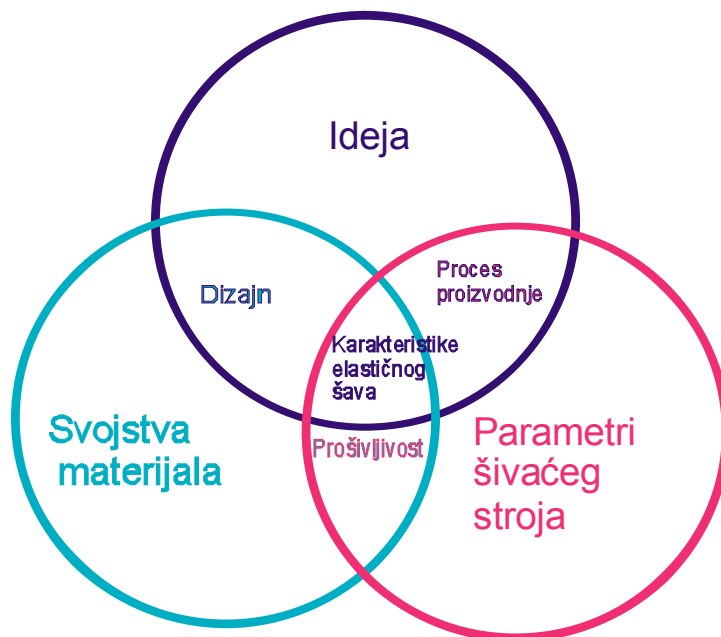
Elastični šavovi mogu se upotrijebiti kao dekorativni element, čime osim funkcije forme dobivaju estetsku dimenziju. Tehnološka saznanja koja se mogu dobiti ispitivanjem oštećenja šava pomažu dizajneru u saznanju o mogućnostima i načinima upotrebe elastičnih šavova kao funkcionalnog i dekorativnog elementa.

Prošivljivost je karakteristika koja objašnjava kako se dobro tkanina ponaša tijekom formiranja uboda i kod gotovog šava. To uključuje čvrstoću šava, izgled i oštećenja pri šivanju.[6]

Prošivljivost šava ovisi o šivaćem stroju, igli, ubodu i vrsti šava, materijalu te o ljudskom faktoru. Dizajner može eksperimentirati s prošivljivošću šava da bi dobio željeni efekt.

Ako dođe do pomaka i nejednakosti u šavu dolazi do nabiranja materijala, te šav gubi svoju potrebnu čvrstoću, ali ujedno može služiti kao ukras.

Slika 2 prikazuje odnos različitih elemenata proizvodnje koji kreće od ideje o proizvodu, svi elementi su međusobno ovisni i zajedno tvore rezultat. Ideja se razrađuje dizajniranjem, u kojem se moraju uzeti u obzir svojstva materijala, parametri šivaćeg stroja, prošivljivost te proces proizvodnje da bi se dobile željene karakteristike elastičnog šava.



Slika 2: interakcija različitih elemenata proizvodnje i konačnog izgleda elastičnog šava

5. Zaključak

Potrebno je ispitivati mogućnosti i šivanja šavova u različitim smjerovima šivanja okomito, uzdužno, i poprijeko smjera pletiva, da bi se dobio uvid u mogućnosti primjene elastičnih šavova u dizajniranim odjevnim predmetima i uvidjela različita trajnost i izdržljivost nakon dugog perioda nošenja.

Da bi dizajner dobio rezultat odjevnog predmeta kakvog je zamislio, potrebno je da je i usvoji znanja o procesu proizvodnje tog predmeta. Ako uzmemo mogućnost manipulacijom čvrstoćom i trajnošću elastičnog šava i dobivanje efekta istrošenosti pletiva i šavova u svrhu vizualnog efekta na odjevnom predmetu, eksperimentiranje vremenskog utjecaja i trenja pomoglo bi dizajneru u realizaciji željenog efekta na odjevnim predmetima.

Literatura

- [1] Rogale, D.; Ujević D.; Firšt Rogale, S.; Hrastinski, M.: Tehnologija proizvodnje odjeće sa studijem rada; Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, 2000.
- [2] Kaukinen, L., K.: Elongation behaviour of elastic stitch type in household sewing machines, Stretch-stitches versus overlock stitches, Helsinki, 1995.
- [3] Ujević, D.: Problematika proizvodnje pletene odjeće, Tekstil, 41(1992), 1, 19-23, ISSN 0492-5882
- [4] Ujević, D., Knez, B.: Oštećenja očica u procesu šivanja pletene odjeće, Tekstil, 40(1991)10, 465-470
- [5] Ujević, D. I sur.: Ispitivanje oštećenja očica letiva primjenom novog mjernog uređaja, Tekstil, 54(2005)
- [6] Poppenwimmer, K.: Nähschäden an Maschware-was tun, Melliand Textile Bulletin, 32(1986)4, 1004-1008, ISSN 0025-8989
- [7] <http://glitterandpearls.com/2011/08/02/if-you-want-to-destroy-my-sweater/>
- [8] <http://www.styleguru.com/entry/sweater-with-shredded-sleeves-will-you-wear-it/>
- [9] <http://bohochicbride.files.wordpress.com/2011/11/4torn-sweater.jpg>
- [10] <http://bohochicbride.files.wordpress.com/2011/07/sweater.png>

ISPITIVANJE PROBODNE SILE PLETIVA

INVESTIGATION OF PENETRATION FORCES ON KNITTED GARMENT

Darko UJEVIĆ; Žaklina DOMJANIĆ & Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ

Sažetak: Osim pletenja mnoge obrade pletiva tijekom tehnološkog procesa proizvodnje utječu na kvalitetu pletene odjeće. Probodna sila šivaće igle temelji se na trenju između šivanog materijala i šivaće igle, a najveća probodna sila strojno šivaće igla se događa u trenutku kada šivaća igla prodire kroz materijal, što je posebno važno kod šivanja pletiva. Veličinu i oblik vrška strojne šivaće igle te debljinu konca potrebno je međusobno uskladiti kako bi se prolaskom konca kroz ušicu strojne šivaće igle stvaralo što manje trenje. Mjerni sustav s posebnim senzorima će se koristiti za mjerenje probodne sile strojnih šivaćih igala. Tijekom mjerenja podaci se obrađuju na računalu u programu Nemess 5,0.

Abstract: Besides knitting, many processing parameters during the technological process of garment production influence the quality of the knitwear. Penetration force of the sewing needle is mostly based on friction occurring between sewing work piece and sewing needle, and the highest penetration force of the sewing needle occurs at the moment when the sewing needle penetrates the sewing material which should be taken into consideration especially with knitted fabrics. The size of the needle eyelet and thread thickness should be mutually adjusted in order for the thread to pass through the eyelet with as little as possible friction. Measuring system with special sensors will be used for measuring penetration forces of sewing needle. During measuring data will be acquired and saved in computer software Nemess 5.0.

Ključne riječi: probodna sila strojno šivaće igle, pletena odjeća

Keywords: needle penetration force, knitwear

1. Uvod

Probodna sila šivaće igle, napetost šivaćeg konca, posmik materijala za šivanje, izbor šivaćeg konca, finoća i oblik vrška šivaće igle vrlo su važni parametri prilikom šivanja pletiva. Kod tehnološkog procesa šivanja pletiva mogu se javiti mehanička ili termička oštećenja pletiva, a uzrok tome je položaj niti pri stvaranju petlje očice. U uporabi, odnosno pri nošenju odjevnih predmeta, oštećene očice se lako mogu potrgati te su jasno vidljiva oštećenja ili redovi ispuštenih očica [1-4].

Pri samom šivanju izratka na kvalitetu šava utječe i relativna vlažnost zraka, jer kod niske relativne vlažnosti zraka dolazi do pojave statičkog elektriciteta što negativno utječe na pokretljivost očica. Osim navedenog parametra, razlikujemo još dva važna parametra koja direktno utječu na kvalitetu pri tvorbi šava.

Finoća i oblik vrška šivaće igle tijekom tvorbe šava predstavljaju spomenuta parametra. Prije odluke za oblik vrška šivaće igle potrebno je odrediti finoću šivaće igle jer ona u velikoj mjeri ovisi o upotrijebljenom šivaćem koncu. Šivaći konac ima utjecajnu ulogu u izvedbi šava jer se na njega postavlja zahtjev da ima sposobnost rastezanja zbog toga što samo pletivo ima svojstvo elastičnosti u smjeru nizova i redova [5-8]. Kvaliteta šivanog šava ovisi veličini i obliku vrška korištene šivaće igle, te je potrebno uskladiti debljinu i gustoću pletiva s finoćom konca i finoćom strojno šivaće igle.

2. Ispitivanje probodne sile strojno šivaće igle

Probodna sila šivaće igle nastaje u trenutku prodiranja igle kroz materijal i jedan je od važnijih tehničko tehnoloških parametara u procesu šivanja. Na kvalitetu izrađenog šava utječe broj slojeva šivanog materijala, vrsta materijala i njegova obrada, finoća šivaće igle, oblik vrška šivaće igle, ubodna brzina šivaćeg stroja i drugi faktori.

Mjerenje probodne sile šivaće igle temelji se na fizikalnom principu mjerenja deformacije nastale djelovanjem određene sile, prenesene s mjernog objekta na senzor. Metode mjerenja razlikuju se između sebe po načinu mjerenja odnosno po načinu prijenosa tih sila pri mjerenju.

S obzirom na to možemo razlikovati:

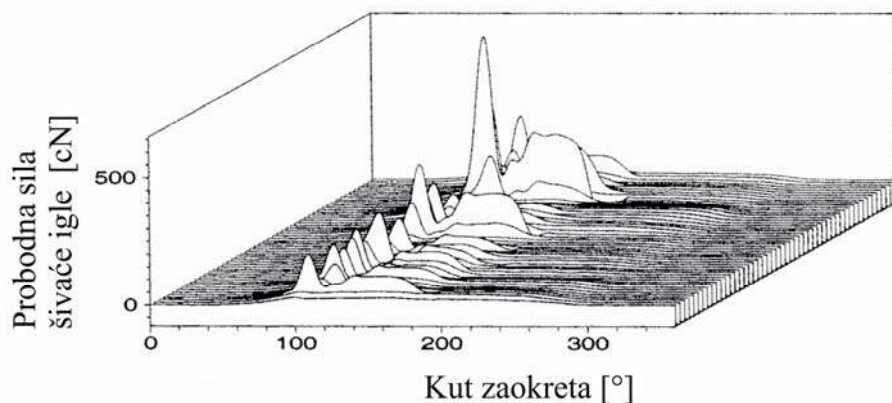
- kontaktne metode mjerenja i
- bez kontaktne metode mjerenja.

Kod kontaktnih metoda mjerenja upotrebljava se kao senzor tijelo šivaće igle, a kod bez kontaktnih metoda ubodna pločica na šivaćem stroju. U Laboratoriju za antropometrijska mjerenja i konstrukciju odjeće na Zavodu za odjevnu tehnologiju smješten je uređaj za mjerenje sa pripadajućim senzorima, slika 1.



Slika 1: Mjerni sustav za mjerenje probodne sile šivaće igle u Zavodu za odjevnu tehnologiju

Najveća probodna sila šivaće igle nastane u trenutku kad ušica šivaće igle probada materijal. Ušica šivaće igle, koja ima veći promjer, prolazi kroz materijal pri većem razmaku pređe odnosno vlakana, zbog čega dolazi do većeg trenja i povećane sile otpora materijala prema djelovanju sile strojno šivaće igle, odnosno do povećane probodne sile, slika 2. Pri vraćanju šivaće igle iz tkanine trenje se smanjuje jer igla prolazi kroz prethodno oblikovani otvor, a posljedica je veliko smanjenje apsolutne vrijednosti probodne sile [9-13].



Slika 2: Grafički prikaz u obliku vodopadnog dijagrama dobiven u programu Nemess 5,0

2.1 Vrste ispitivanih pletiva

Ispitivanje i mjerenje probodnih sila šivaćih igala izvršeno je na osam vrsta pletiva, oznake od 1 - 8. Tablica 1. prikazuje vrste ispitivanih pletiva sa oznakama finoće stroja, vrste i finoće pređe, sirovinskog sastava, vrsta obrade i mase pojedinog pletiva.

Tablica 1: Ispitivana pletiva sa pripadajućim parametrima

UZORAK	VRSTA PLETIVA	FINOĆA STROJA	VRSTE PREĐE	SIROVINSKI SASTAV	FINOĆA PREĐE	OBRADA PLETIVA	MASA PLETIVA (g/m ²)
1	interlock	28E	Nomex Comfort	93% Nomex 5% Kevlar 2% P140	60/1 Nm	Pranje, mekšanje, sušenje i stabilizacija	255
2	single	28E	Nomex Comfort	93% Nomex 5% Kevlar 2% P140	60/1 Nm	Pranje, mekšanje, sušenje i stabilizacija	140
3	feinripp 1:1	18E	Nomex Comfort	93% Nomex 5% Kevlar 2% P140	60/1 Nm	Pranje, mekšanje, sušenje i stabilizacija	190
4	interlock	28E	Modakril pamuk antistatik	60% Modacryl 38% Cotton 2% PA	60/1 Nm	Pranje, mekšanje, sušenje i stabilizacija	230
5	single	28E	Modakril pamuk antistatik	60% Modacryl 38% Cotton 2% PA	60/1 Nm	Pranje, mekšanje, sušenje i stabilizacija	140
6	feinripp 1:1	18E	Modakril pamuk antistatik	60% Modacryl 38% Cotton 2% PA	60/1 Nm	Pranje, mekšanje, sušenje i stabilizacija	210
7	feinripp 1:1	16E	Flamenstop	50% M. Wool 50% Viscoze	40/1 Nm	Pranje, mekšanje, sušenje i stabilizacija	250
8	feinripp 2:2	16E	Flamenstop	50% M. Wool 50% Viscoze	40/1 Nm	Pranje, mekšanje, sušenje i stabilizacija	230

Za prošivanje uzoraka pletiva korištena je igla tvrtke Schmetz, s oblikom vrška igle srednje šiljastog konusnog vrha oznake R finoće igala Nm 70.

Probodne sile ispitivane su na uzorcima pletiva prošivanjem sa koncem i bez konca.

3. Rezultati

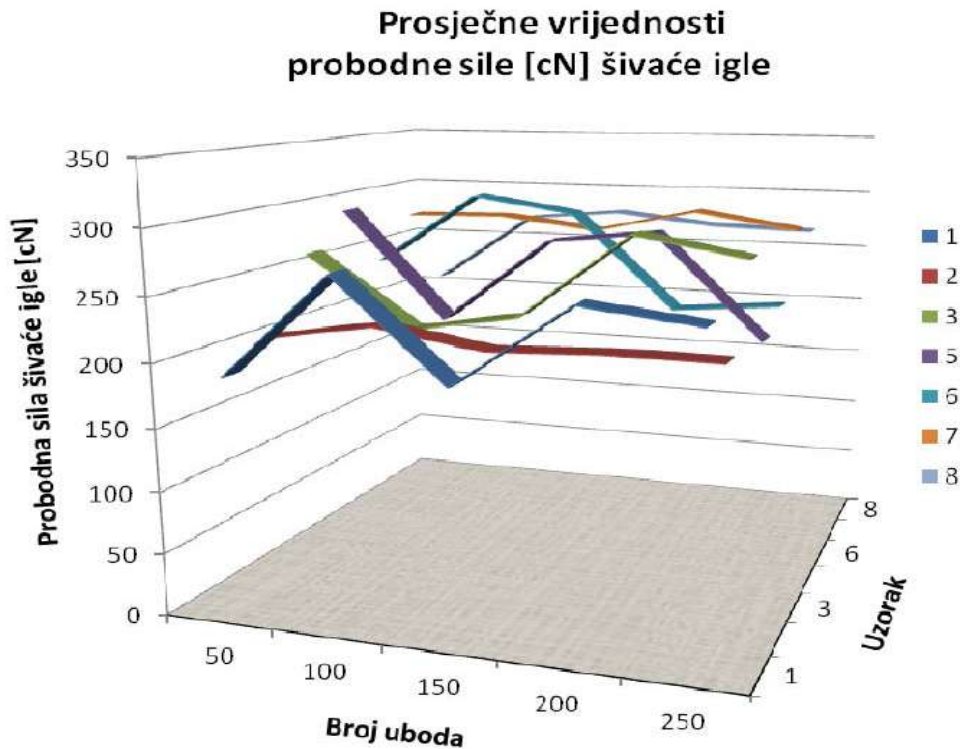
U tablici 2. prikazani su rezultati minimalnih, maksimalnih i prosječnih vrijednosti probodnih sila šivaćih igala pri šivanju uzoraka korištenjem igle finoće Nm 70 i oblika vrška R (srednje šiljastog konusnog vrha).

Svaki uzorak prošiven je u smjeru nizova u prosjeku 250 puta.

Tablica 2: Vrijednosti probodnih sila šivaćih igala dobiveni ispitivanjem na mjernom uređaju u Zavodu za odjevnu tehnologiju

Vrsta pletiva	Smjer šivanja	Oblik vrška šivaće igle	Finoća šivaće igle	Broj mjerenja	Min [cN]	Max [cN]	Arit. sredina [cN]	CV[%]
1	Po nizovima	R	Nm 70	250	157.5	201.4	188.2	5.9
					240.2	295.7	270.3	4.3
					174.6	214.1	194.2	5.2
					234.5	279.7	257.9	4.5
					178.9	288.5	248.1	11.9
2	Po nizovima	R	Nm 70	250	193.2	227.1	206.5	3.5
					198.8	249.1	220.7	6.1
					193.7	218.3	207.0	2.8
					195.0	225.0	210.8	3.2
					179.8	236.3	210.3	5.8
3	Po nizovima	R	Nm 70	250	216.7	297.1	264.2	7.2
					179.6	231.8	206.5	5.8
					194.2	243.7	221.4	5.3
					249.7	313.5	290.2	5.0
					244.3	311.3	275.5	5.4
4	Po nizovima	R	Nm 70	250	272.7	313.8	292.9	3.8
					187.5	225.1	204.0	3.4
					255.7	290.9	273.5	3.4
					265.1	305.2	283.6	3.3
					175.1	225.7	200.8	5.1
5	Po nizovima	R	Nm 70	250	182.9	307.5	242.1	17.9
					278.3	328.8	302.2	3.9
					259.2	309.3	289.7	4.1
					189.9	255.4	211.3	5.2
					195.1	235.8	218.6	4.8
6	Po nizovima	R	Nm 70	250	256.3	256.3	276.5	3.6
					257.0	257.0	278.2	4.2
					237.1	237.1	268.4	4.3
					241.4	241.4	287.7	5.3
					212.3	212.3	274.8	5.8
7	Po nizovima	R	Nm 70	250	182.1	239.9	209.0	6.0
					233.3	296.3	269.5	5.5
					239.8	311.2	277.5	4.9
					242.4	298.5	268.5	5.2
					241.6	296.2	266.4	4.8
8	Po nizovima	R	Nm 70	250	209.2	299.4	261.7	8.3
					222.7	302.8	274.7	5.9
					221.8	308.7	266.1	8.1
					244.5	307.7	279.1	4.8
					240.7	295.6	272.9	5.7

Rezultati mjerenja registrirani su u Microsoft Excel-u u obliku tablica i dijagrama. U tablicama su registrirani podaci o probodnim silama šivaćih igala ovisno o kutu zaokreta glavnog vratila šivaćeg stroja za 250 uboda šivaće igle. Svako mjerenje ponovljeno je pod istim uvjetima. Registrirani podaci prikazani su pomoću dijagrama, slika 3.



Slika 3: Tijek probodne sile šivaće igle za 250 uboda šivaće igle pri šivanju bez konca sa šivaćom iglom finoće Nm 70 s oblikom vrška R

4. Zaključak

Kvaliteta šivanih pletenih proizvoda ovisi o mnogim čimbenicima: vrsti pletiva, finoći šivaće igle, finoći konca i drugo. Oštećenje očica tijekom tehnološkog procesa šivanja usko je povezano s vrijednostima probodne sile šivaće igle. Visoka vrijednost probodne sile šivaće igle najčešće je uzrok povećanom broju oštećenja očica. Na vrijednost probodnih sila šivaćih igala pri šivanju uzoraka bez konca utječe vrsta pletiva, oblik vrška strojno šivaće igle kao i finoća šivaće igle.

Najveće vrijednosti probodne sile šivaće igle od 328.8 cN izmjerene su na uzorku 5, a najmanja vrijednost od 157.5 cN na uzorku 1. Bez obzira jesu li nastala oštećenja mehanička ili termička - koja prvenstveno nastaju zbog probodne sile šivaće igle i pritom nastalog trenja u sustavu igla-vlakno - ona nisu poželjna tijekom šivanja jer se gubi na kakvoći gotovih odjevnih predmeta pa ih je nužno eliminirati ili svesti na najmanju moguću mjeru.

Literatura

- [1] D. Ujević: Utjecaj probodnih sila šivaćih igala u procesu šivanja pletene odjeće, doktorska disertacija, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1997.
- [2] Kolundžić B.; Srdjak M. & Vrljićak Z.: Primjena znanstvenih metoda u istraživanju i vođenju procesa pletenja, *Zbornik Savjetovanja SITTH*, 119-130, Zagreb, 1982.
- [3] Srdjak M. & Stupica I.: Analiza procesa pletenja pomoću modela pletaćeg stroja, *Tekstil* **36** (1987) 8, 415-420, ISSN: 0492-5882
- [4] Ujević D. & Knez B.: Oštećenja očica u procesu šivanja pletene odjeće, *Tekstil* **40** (1991) 10, 465-470, ISSN: 0492-5882
- [5] Ujević D.; Knez B. & Geršak J.: Utjecaj karakterističnih parametara na probodne sile šivaćih igala, 79-87, IMCEP 1994, Tehnička fakulteta Maribor, ITKP, Maribor 1994.

- [6] Ujević D. & Knez B.: Probadne sile šivaćih igala u procesu šivanja odjeće, *Tekstil* **42** (1993) 7, 394-399, ISSN: 0492-5882
- [7] Garbaruk V. N.: Probadanje tekstilnih materijala iglom, Tehnologija Legkoje promišljenosti, Izvjestija viših učenih zajednica, Lenjingrad, 1975, 84-124
- [8] Ujević D., B. Knez: Utjecaj relativne vlažnosti zraka na oštećenja u procesu šivanja pletene odjeće, *Tekstil* **34** (1985.) 11, 861-876, ISSN: 0492-5882
- [9] Ujević D. i sur.: Tehnologija proizvodnje odjeće sa studijem rada, Univerzitetski udžbenik, Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću
- [10] Ujević D. & Knez B.: Razvoj šivaćih strojeva za odjevnu industriju, *Tekstil* **43** (1994) 1, 11-18, ISSN: 0492-5882
- [11] ISO 4915: Sewing machines, stitch types, classification and terminology, 1982.
- [12] Geršak J.: Utjecaj temperature šivaćih igala i šivaćeg konca na proces šivanja, Zbornik Simpozija SITTH i ITO, Zagreb, 1989., 65-72
- [13] Geršak J.: Dinamičko naprezanje konca kao posljedica tehnološki uvjetovanih sila u procesu oblikovanja uboda, *Tekstil* **40** (1991.) 5, 213-222, 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 športa Republike Hrvatske, te slovenskom Ministarstvu za visoko školstvo, znanost in tehnologiju, Direktoratu za tehnologiju.



SEKCIJA E

ISPITIVANJE TEKSTILIJA

SECTION E

TEXTILE TESTING

UPORABNA TRAJNOST TKANINA ZA RADNU ODJEĆU

USAGE DURABILITY OF WORKWEAR FABRICS

Dragica KANTOCI & Antoneta TOMLJENović

Sažetak: U radu je ispitan utjecaj višekratnih ciklusa pranja i sušenja na uporabnu trajnost tkanina za radnu odjeću. Sa svrhom vrednovanja trajnosti tkanina, ali i gotovih proizvoda nakon njege, u radu su provedena ispitivanja na novim uzorcima tkanina i uzorcima nakon 3, 15 i 25 uzastopnih ciklusa kućanskog pranja i sušenja. Utvrđena je dimenzijska stabilnost i čvrstoća tkanina, ali i otpornost tkanina na daljnje trganje, čvrstoća šava te otpornost na habanje - veoma bitnih svojstva za vrednovanje kvalitete i trajnosti radne odjeće.

Abstract: The paper investigates the influence of multiple cycles of washing and drying on the workwear fabrics usage durability. With the purpose of evaluating the durability of fabrics and finished products after care, investigations were carried out on new fabric samples and samples after 3, 15 and 25 subsequent cycles of domestic washing and drying. Dimensional stability and strength of fabric were determined, but also fabric tearing resistance, seam strength and abrasion resistance - a very important properties for evaluation of workwear quality and durability.

Ključne riječi: tkanine za radnu odjeću, uporabna trajnost, višekratna pranja i sušenja

Keywords: workwear fabrics, usage durability, multiple washing and drying

1. Uvod

Osim zadovoljavajuće funkcionalnosti, na materijale za izradu radne odjeće se postavljaju visoki zahtjevi vezani uz trajnost koji uključuju dimenzijsku stabilnost i postojanost obojenja u uvjetima uporabe i njege, otpornost na različita naprezanja i opterećenja, a u novije vrijeme i zahtjevi visoke ekološke pouzdanosti. Radna odjeća izrađena od takovih tkanina bi trebala biti udobna, funkcionalna i ergonomski oblikovana.

U radu je ispitan utjecaj višekratnih ciklusa pranja i sušenja na uporabnu trajnost tkanina namijenjenih izradi radne odjeće visoke ekološke pouzdanosti, s ciljem provjere i potvrde navoda vodećeg europskog proizvođača o visokoj trajnosti tkanina tijekom njege i nošenja. U svrhu vrednovanja uporabne trajnosti, osim uvriježenih ispitivanja (dimenzijska stabilnost, čvrstoća, otpornost na habanje) u radu je provedeno i ispitivanje otpornosti tkanina na daljnje trganje te čvrstoće šava - veoma bitnih svojstava za definiranje kvalitete radne odjeće.

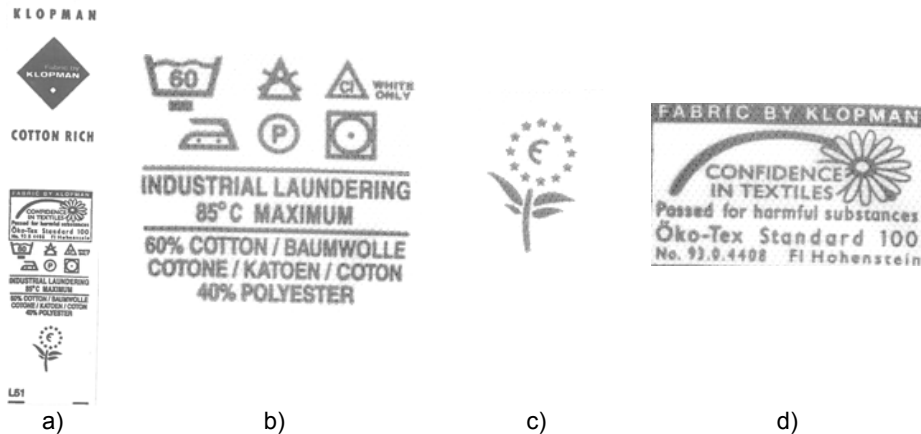
2. Eksperimentalni dio

Vrednovanje uporabne trajnosti provedeno je na tri tkanine tt. Klopman iz Cotton-rich skupine u crvenoj, plavoj i sivoj boji koje se uz bijelu najčešće koriste za izradu radne odjeće. Sirovinski sastav i konstrukcijske karakteristike tkanina prikazane su u tab.1. Cotton-rich tkanine su osmišljene kao zamjena za tkanine izrađene od 100% pamuka, kombinirajući udobnost i dobra sorpcijska svojstva pamuka s trajnošću poliesterskih vlakana. Prema navodima proizvođača dobre su dimenzijske stabilnosti pri višim temperaturama kućanskog i industrijskog pranja. Pogodne su za izradu radnih ogrtača, kuta, pregača, tunika, radnih hlača, kombinezona, jakni i sl. kod kojih često dolazi do zaprljanja, a primjenjuju se za široki spektar djelatnosti [1].

Tablica 1: Karakterizacija ispitivanih tkanina

Uzorak	Sirovinski sastav	Vez	Plošna masa [g/m ²]	Gustoća niti/ cm		Debljina [mm]
				osnova	potka	
1 plavi	60% poliestersko vlakno 40% pamuk	Desni keperni 2/1	250	33	19	0,44
2 crveni	50% poliestersko vlakno 50% pamuk	Lijevi keperni 2/2	327	31	19	0,57
3 sivi	60% poliestersko vlakno 40% pamuk	Desni keperni 2/1	247	33	22	0,42

S obzirom na činjenicu da se njega radne odjeće često provodi u kućanskim uvjetima, sa svrhom utvrđivanja utjecaja višekratnog pranja na trajnost odabranih tkanina za radnu odjeću provedeno je 25 uzastopnih ciklusa kućanskih pranja i sušenja u perilici rublja Electrolux Inspire 6 kg Eco Valve. Postupak pranja i sušenja je odabran na temelju preporuke proizvođača za *Cotton-rich* tkanine (sl.1.) - pranje pri temperaturi 60°C i strojno sušenje. Tijekom pranja je korišten komercijalni deterdžent Faks Helzim Pro-Active F8, Color Plus (proizvođača tt. Saponia d.d., Osijek, Hrvatska) namijenjen strojnom i ručnom pranju bojanog rublja. Na ušivnici radne odjeće (sl.1) navedena je i mogućnost industrijskog pranja - uz primjenu deterdženta i pojačivača predviđenih za industrijska pranja u slučaju potrebe uklanjanja teško uklonjivih zaprljanja.



Slika 1: Ušivnica radne odjeće izrađena od *Cotton-rich* tkanina tt. Klopman (a.) s naznačenim postupkom njege (b.) i oznakama ekološke pouzdanosti: c. EU EcoLabel i d. Öko-Tex

Definirana je kvaliteta novih (početnih) uzoraka tkanina kao i uzoraka izuzetih nakon 3, 15 i 25 uzastopnih ciklusa pranja i sušenja utvrđivanjem:

- Dimenzijske stabilnosti odn. postotne promjene dimenzija plošnog proizvoda (*S*) izračunate zasebno za smjer duljine i širine prema HRN EN 25077:2003 [2] kao prosječna vrijednost triju mjerenja.
- Čvrstoće tkanina primjenom metode trake u skladu s HRN EN ISO 13934-1:2008 [3] definiranjem prekidne sile i prekidnog istezanja za smjer osnove i potke kao prosječnih vrijednosti pet mjerenja pomoću dinamometra *Tenso-Lab 3000 tt. Mesdan*.
- Otpornosti tkanina na daljnje trganje u skladu s HRN EN ISO 13937-2:2008 [4] na uzorku zarezanom u obliku hlača pomoću dinamometra *Tenso-Lab 3000 tt. Mesdan*. Za svaki od pet uzoraka u smjeru osnove i potke izračunata je prosječna vrijednost sile daljnjeg trganja [*N*], maksimalna prosječna sila daljnjeg trganja te zabilježena najniža i najviša vrijednost sile. Kao rezultat ispitivanja daju se prosječne vrijednosti na temelju pet provedenih mjerenja zasebno za smjer osnove i smjer potke.
- Čvrstoće šava metodom trake u skladu s HRN EN ISO 13935-1: 2008 [5] definiranjem maksimalne sile prekida šava za smjer osnove i potke kao prosječnih vrijednosti tri mjerenja pomoću dinamometra *Tenso-Lab 3000 tt. Mesdan*. Uvjeti šivanja: dvostruki šivači zrnčani ubod tipa 301; broj igle 90; broj uboda: 50/100 mm; karakteristike konca - sirovinski sastav: 100% poliestersko vlakno, finoća: 30 tex, uvojitost: 770 m⁻¹.
- Otpornosti na habanje metodom nahabavanja u skladu HRN EN ISO 12947-3:2008 [6] utvrđivanjem gubitka mase pomoću habalice po Martindale-u tt. Mesdan. Ispitivanja su provedena na dvije paralelne probe uz opterećenje 12 kPa nakon 1000, 5000, 10000, 25000 i 50000 habajućih ciklusa.

3. Rezultati i rasprava

U tab. 2 su prikazani rezultati dimenzijskih promjena ispitivanih tkanina nakon tri, petnaest te dvadeset i pet ciklusa pranja i sušenja, zasebno za smjer osnove i smjer potke. Dobiveni rezultati su negativnog predznaka što ukazuje na to da je došlo do skupljanja kod svih ispitivanih tkanina. Povećanjem broja ciklusa pranja i sušenja skupljanje se povećava, izraženije u smjeru osnove kod svih triju uzoraka što je moguće tumačiti većim naprezanjima osnovinih niti u tkanju. Prema EcoLabel kriterijima [7] vezanim uz prikladnost za uporabu, dimenzijska stabilnost tkanina se utvrđuje nakon tri ciklusa pranja i sušenja. Iako se kriteriji ocjene materijala za radnu odjeću uobičajeno definiraju ugovorno ili uvjetima javne nabave, zamjetno je da se kod svih ispitivanih uzoraka koji nose EcoLabel oznaku kvalitete nakon provedena tri ciklusa pranja i sušenja skupljanje povećava, što ukazuje na potencijalnu potrebu povećanja broja ciklusa deklarirane njege tijekom

ispitivanja. No, u konačnici rezultati skupljanja su i nakon 25 ciklusa pranja i sušenja manji od 4% što se prema istim zahtjevima može smatrati prihvatljivim.

Tablica 2: Prosječne vrijednosti rezultata ispitivanja dimenzijske stabilnosti tkanina nakon 3, 15 i 25 uzastopnih ciklusa pranja i sušenja za smjer osnove (S_o) i za smjer potke (S_p)

Uzorak	Nakon 3 ciklusa [%]		Nakon 15 ciklusa [%]		Nakon 25 ciklusa [%]	
	S_o	S_p	S_o	S_p	S_o	S_p
1	-1,5	-1	-2,5	-1,25	-3,25	-1,5
2	-1,5	-0,75	-2,25	-1,5	-3,25	-2
3	-1	-0,25	-1,5	-0,75	-2,25	-2

U tablici 3 prikazani su rezultati ispitivanja čvrstoće tkanina kao prosječna vrijednost pet provedenih mjerenja za uzorak 1, 2 i 3 nakon uzastopnih ciklusa pranja i sušenja, a pripadajući koeficijent varijacije naveden je kao pokazatelj varijabilnosti rezultata. Utvrđen je relativno slijedni pad prekidne sile i gotovo nepromijenjeno prekidno istezanje nakon provedenih ciklusa njege. Sve tkanine su čvršće u smjeru osnove što se tumači većom gustoćom, uvojitosti i čvrstoćom osnovnih niti. U usporedbi s ostalim uzorcima, uzorak 2, veće plošne mase i debljine, pokazuje i više vrijednosti prekidne sile. U svrhu iskazivanja pada čvrstoće nakon uzastopnih ciklusa deklarirane njege izračunate su i vrijednosti promjene prekidne sile za sva tri uzorka (nakon 25 pranja u odnosu na početni, neoprani uzorak) iskazane u postocima. Promjene vrijednosti izračunate su zasebno za smjer osnove i smjer potke. Kod uzorka 1 u smjeru osnove je nakon 25 pranja došlo do smanjenja prekidne sile za 13,84 % u odnosu na početni uzorak, a u smjeru potke za 7,07%. Kod uzorka 2 dolazi do pada prekidne sile za 7,32% u smjeru osnove, a u smjeru potke za 15,39%. Uzorak 3 pokazuje pad prekidne sile za 10,21% za smjer osnove, a 2,38% za smjer potke.

Tablica 3: Prosječne vrijednosti rezultata ispitivanja čvrstoće tkanina na početnim uzorcima te nakon 3, 15 i 25 ciklusa pranja i sušenja

Uzorak		Osnova				Potka			
		F_p [N]	c_v [%]	ϵ [%]	c_v [%]	F_p [N]	c_v [%]	ϵ [%]	c_v [%]
1	Početni	1386	2,790	21,336	3,439	806	1,055	21,216	2,668
	Nakon 3 cikl.	1347	1,307	21,090	1,538	778	2,671	21,278	1,069
	Nakon 15 cikl.	1283	2,892	21,802	4,022	739	2,252	21,023	2,767
	Nakon 25 cikl.	1208	4,210	22,105	3,206	749	1,771	21,051	1,055
2	Početni	1719	1,161	18,881	0,797	994	3,452	21,448	2,924
	Nakon 3 cikl.	1698	1,449	19,643	0,197	856	3,767	21,498	2,614
	Nakon 15 cikl.	1615	4,209	19,665	3,617	901	3,016	22,421	1,300
	Nakon 25 cikl.	1593	5,486	21,309	2,276	841	5,078	21,356	3,039
3	Početni	1370	3,006	22,122	1,900	712	4,183	22,000	2,301
	Nakon 3 cikl.	1322	0,989	22,263	1,121	696	2,570	21,536	1,387
	Nakon 15 cikl.	1199	6,091	22,168	4,074	697	1,315	22,710	0,882
	Nakon 25 cikl.	1230	3,280	22,507	2,171	695	3,554	22,056	1,747

* F_p – prekidna sila, c_v – koeficijent varijacije, ϵ – prekidno istezanje

Rezultati ispitivanja otpornosti na daljnje trganje provedeni su sa svrhom utvrđivanja otpornosti već oštećene tkanine na djelovanje vlažnog opterećenja i prikazani u tab.4. Povećanjem uzastopnih ciklusa njege utvrđen je postupni slijedni pad prosječne sile daljnjeg trganja, a sukladno tome i maksimalne prosječne sile te minimalne i maksimalne utvrđene, što ukazuje na smanjenje otpornosti na daljnje trganje i oštećenje materijala. Rezultati sila daljnjeg trganja te minimalne i maksimalne zabilježene kod svih uzoraka u smjeru potke pokazuju više vrijednosti jer se tijekom ispitivanja zarezuje epruvete u smjeru potke trgaju niti osnove veće gustoće. I u ovom slučaju najveće vrijednosti su utvrđene kod uzorka 2 što ukazuje na njegovu veću čvrstoću u odnosu na ostale uzorke.

U cilju lakšeg praćenja oštećenja ispitivanih tkanina nakon pranja i sušenja, izračunate su i vrijednosti promjena prosječne sile daljnjeg trganja za svaki uzorak (nakon 25 pranja u odnosu na početni neoprani uzorak) i iskazane u postocima zasebno za smjer osnove i potke. Nakon 25 ciklusa njege je kod uzorka 1 utvrđeno znatno smanjenje sile daljnjeg trganja - u smjeru osnove za 41,11% u, a u smjeru potke za 44,18% u odnosu na početni uzorak. Kod uzorka 2 je utvrđeno smanjenje od 41,30% za smjer osnove, a za smjer potke 31,25%. Uzorak 3 pokazuje pad za 40,74% u smjeru osnove, a 44,00% za smjer potke. Utvrđene vrijednosti promjena kod ispitivanja otpornosti tkanina na daljnje trganje metodom hlača ukazuju na to da nakon 25 ciklusa pranja i sušenja dolazi do znatnog smanjenja otpornosti na daljnje trganje te s tim u vezi i do oštećivanja materijala. Stoga je, uspoređujući vrijednosti prekidne sile i prekidnog istezanja metodom trake

(tab. 3) i pokazatelje otpornosti na daljnje trganje (tab. 4), utvrđeno da je druga metoda pogodnija za utvrđivanje oštećenja tkanina nakon definiranog broja uzastopnih ciklusa pranja i sušenja.

Tablica 4: Srednje vrijednosti ispitivanja otpornosti na daljnje trganje na početnim uzorcima te nakon 3, 15 i 25 ciklusa pranja i sušenja

Uzorak	Osnova				Potka				
	F_{dt} [N]	$F_{\delta max}$ [N]	F_{min} [N]	F_{max} [N]	F_{dt} [N]	$F_{\delta max}$ [N]	F_{min} [N]	F_{max} [N]	
1	Početni	34	41	23	46	43	53	30	59
	Nakon 3 cykl.	30	37	21	40	32	39	24	41
	Nakon 15 cykl.	21	27	13	31	25	31	17	33
	Nakon 25 cykl.	20	25	13	26	24	29	16	31
2	Početni	46	56	31	64	48	57	34	66
	Nakon 3 cykl.	33	42	22	45	37	44	28	47
	Nakon 15 cykl.	27	34	18	37	31	37	24	41
	Nakon 25 cykl.	27	33	19	35	33	39	25	41
3	Početni	27	34	17	38	40	50	27	55
	Nakon 3 cykl.	22	28	14	31	29	36	21	37
	Nakon 15 cykl.	18	23	12	26	26	32	18	36
	Nakon 25 cykl.	16	21	10	23	22	28	16	30

* F_{dt} – prosječna vrijednost sile daljnjeg trganja na temelju 12 vrijednosti, $F_{\delta max}$ – maksimalna prosječna sile daljnjeg trganja na temelju šest maksimalnih vrijednosti, F_{min} – prosječna zabilježena minimalna vrijednost sile, F_{max} – prosječna zabilježena maksimalna vrijednost sile

Rezultati ispitivanja čvrstoće šava su prikazani u tab. 5 kao prosječna vrijednost triju provedenih mjerenja za uzorak 1, 2 i 3 za smjer osnove i smjer potke nakon definiranog broja ciklusa pranja i sušenja. Kod svih je uzoraka tijekom ispitivanja zabilježen prekid konca u šavu. Dobivene vrijednosti čvrstoće šava u smjeru osnove i potke nisu značajno različite. Ipak su kod uzoraka u smjeru potke (šav u smjeru osnove) utvrđene vrijednosti veće, što je posebice značajno jer je većina glavnih spojnih šavova upravo u tom smjeru (spojni šavovi rukava, nogavica, bočni i sjedalni šavovi i sl.). Kod uzorka 3 vidljivo je da se čvrstoća šava u smjeru osnove i potke smanjuje u odnosu na početni uzorak do 15 pranja. Nakon 25 pranja utvrđeno je povećanje vrijednosti čvrstoće šava što se može povezati i s utvrđenim dimenzijskim promjenama koje su kod ovog uzorka nakon 25 pranja značajnije (tab.2). Kod uzorka 1, kod kojeg je već i nakon tri pranja utvrđeno malo veće skupljanje u odnosu na uzorak 3, povećanje čvrstoće šava je veće u odnosu na početne vrijednosti, no nakon 25 ciklusa pranja i sušenja vrijednosti su gotovo jednake početnim. Na osnovi toga može se pretpostaviti da bi se povećanjem broja pranja vrijednosti sile prekida šava počele smanjivati. Kod uzorka 2 utvrđeno je povećanje čvrstoće šava nakon uzastopnih ciklusa pranja i sušenja u smjeru osnove i u smjeru potke. S obzirom na to da je primijenjeni konac za šivanje izrađen od poliesterskih vlakana, ne bi se trebao pretjerano skupljati tijekom njege na definiranoj temperaturi. Iz navedenog se može zaključiti da pamuk u mješavini s poliesterskim vlaknom u temeljnoj ispitivanoj tkanini značajno utječe i na ostala svojstva jer se u pranju skuplja više u odnosu na poliestersko vlakno.

Tablica 5: Srednje vrijednosti ispitivanja čvrstoće šava na početnim uzorcima te nakon 3, 15 i 25 ciklusa pranja i sušenja

Uzorak	Osnova		Potka		
	F_{max} [N]	c_v [%]	F_{max} [N]	c_v [%]	
1	Početni	271	5,88	288	6,57
	Nakon 3 cykl.	293	11,39	315	7,10
	Nakon 15 cykl.	299	19,79	321	7,94
	Nakon 25 cykl.	271	8,58	286	1,62
2	Početni	299	3,80	289	3,80
	Nakon 3 cykl.	310	4,26	307	3,87
	Nakon 15 cykl.	312	6,78	304	4,09
	Nakon 25 cykl.	304	5,69	290	7,70
3	Početni	304	8,22	316	10,63
	Nakon 3 cykl.	287	14,88	295	5,53
	Nakon 15 cykl.	265	6,94	290	7,11
	Nakon 25 cykl.	293	12,46	323	8,47

* F_{max} – maksimalna sile prekida šava; c_v – koeficijent varijacije; osnova – dulja dimenzija ispitivane epruvete u smjeru osnove, a šav u smjeru potke; potka- dulja dimenzija ispitivane epruvete u smjeru potke, a šav u smjeru osnove

U tablici 6 prikazane su utvrđene mase početnih uzoraka kao i onih nakon odgovarajućeg broja provedenih habajućih ciklusa prikazane u gramima. Nakon 50000 habajućih ciklusa na uzorcima opranim i osušenim 25 puta može se uočiti povećan gubitak mase u odnosu na istovrsni početni uzorak ili uzorak tretiran manji broj puta. Nakon povećanja broja ciklusa pranja i sušenja dolazi do smanjivanja mase u slučaju svih triju tkanina što ukazuje na trošenje materijala tijekom njege koje se dodatno povećava nošenjem tj. habanjem.

Tablica 6: Prosječne mase uzoraka početnih te 3, 15 i 25 pranih i sušenih uzoraka kod ispitivanja otpornosti tkanina na habanje postupkom nahabavanja prije i nakon 1000, 5000, 10000, 25000 i 50000 habajućih ciklusa

Uzorak	Gubitak mase [g]						
	0	1000	5000	10000	25000	50000	
1	Početni	0,3136	0,3087	0,3053	0,3019	0,2933	0,2792
	Nakon 3 cikl.	0,3091	0,3050	0,3019	0,2987	0,2912	0,2771
	Nakon 15 cikl.	0,2893	0,2856	0,2822	0,2789	0,2725	0,2596
	Nakon 25 cikl.	0,2903	0,2864	0,2831	0,2798	0,2719	0,2569
2	Početni	0,4308	0,4288	0,4262	0,4222	0,4166	0,4068
	Nakon 3 cikl.	0,4133	0,4105	0,4068	0,4033	0,3985	0,3851
	Nakon 15 cikl.	0,3780	0,3750	0,3715	0,3680	0,3617	0,3430
	Nakon 25 cikl.	0,3883	0,3848	0,3800	0,3761	0,3668	0,3414
3	Početni	0,3068	0,3015	0,2977	0,2939	0,2862	0,2755
	Nakon 3 cikl.	0,3054	0,3010	0,2979	0,2954	0,2889	0,2783
	Nakon 15 cikl.	0,2800	0,2763	0,2730	0,2703	0,2646	0,2535
	Nakon 25 cikl.	0,2822	0,2782	0,2751	0,2726	0,2675	0,2543

4. Zaključci

Temeljem provedene analize uporabne trajnosti triju *Cotton-rich* tkanina za radnu odjeću tvrtke tt. Klopman doneseni su slijedeći zaključci:

- Praćenjem dimenzijskih promjena utvrđeno je veće skupljanje ispitivanih tkanina s povećanjem broja uzastopno provedenih ciklusa pranja i sušenja.
- Promjene vrijednosti prekidne sile nakon dvadeset i pet ciklusa deklarirane njege utvrđene metodom trake su manje od 15%.
- Rezultati ispitivanja otpornosti tkanina na daljnje trganje metodom hlača ukazuju na veće vrijednosti promjena sile potrebne za daljnje trganje nakon 25 ciklusa pranja i sušenja – smanjenje do 45%.
- Uspoređujući vrijednosti promjena dobivene dvjema navedenim metodama ispitivanja, utvrđeno je da je metoda ispitivanja otpornosti na daljnje trganje pogodnija za definiranje oštećenja ispitivanog materijala nakon definiranog broja ciklusa pranja i sušenja.
- Iako su utvrđene vrijednosti skupljanja ispitivanih tkanina relativno male (< 4%), utječu na rezultate ispitivanja čvrstoće šava: umjesto pada maksimalne sile prekida šava u pojedinim slučajevima dolazi do njenog povećanja. Ipak nakon uzastopnih 25 ciklusa njege, vrijednosti sile prekida šava se uglavnom smanjuju, na osnovi čega se može zaključiti da bi se povećanjem broja pranja čvrstoća šava počela smanjivati.
- Povećanjem broja ciklusa pranja i sušenja dolazi do smanjivanja mase ispitivanih uzoraka kod svih triju tkanina. To ukazuje da tijekom njege dolazi do trošenja materijala koje se dodatno povećava nošenjem tj. habanjem [8].
- Primjenom odgovarajućih metoda ispitivanja moguće je predvidjeti ponašanje gotovih proizvoda u uporabi nakon višekratnih uzastopnih ciklusa kućanske njege uz primjenu komercijalnog deterdženta.
- Za očekivati je da bi ispitivanja provedena u uvjetima industrijskog pranja rezultirala još znatnijim promjenama.
- Pri definiranju uporabne trajnosti tkanina trebalo bi provoditi ispitivanje otpornosti na daljnje trganje i čvrstoće šava, kao veoma bitnih metoda za vrednovanje kvalitete i trajnosti radne odjeće.

Literatura

- [1] ...: Klopman Cotton-rich fabrics, *Dostupno na:* <http://www.klopman.com>, *Pristupljeno:* 2011-07-06
- [2] HRN EN 25077:2003 Tekstil -- Određivanje dimenzijskih promjena pri pranju i sušenju
- [3] HRN EN ISO 13934-1:2008 Tekstilije – Vlačna svojstva plošnih tekstilija – 1. dio: Određivanje maksimalne sile i istezanja pri maksimalnoj sili metodom trake

- [4] HRN EN ISO 13937-2:2008 Tekstilije – Kidanje plošnih tekstilija – 2. dio: Određivanje kidanja uzoraka u obliku hlača (jednostrano kidanje)
- [5] HRN EN ISO 13935-1: 2008 HRN EN ISO 13935-1: 2008 Tekstilije – Vlačna svojstva šava na plošnim tekstilijama i gotovim tekstilnim proizvodima -- 1. dio: Određivanje maksimalne sile pucanja šava metodom trake
- [6] HRN EN ISO 12947-3:2008 Tekstilije – Određivanje otpornosti na habanje plošnog tekstila metodom po Martindaleu – 3. dio: Određivanje gubitka mase
- [7] 2009/567/EC. *Ecological criteria for the award of the Community Ecolabel for textile products*, EU Commission Decision, of 9 July (2009)
- [8] Kantoci, D.: *Utjecaj višekratnog pranja na trajnost tkanina za radnu odjeću*, završni rad, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, rujanj (2011)

UTJECAJ IONSKE SOLI NA SVOJSTVA ELEKTROISPREDENOG POLIURETANA

IONIC SALT INFLUENCE ON THE PROPERTIES OF ELECTROSPUN POLYURETHANE

Budimir MIJOVIĆ; Jelena HAČKO; Emilija ZDRAVEVA; Sandra BISCHOF VUKUŠIĆ;
 Antoneta TOMLJENOVIĆ & Natalija PEJNOVIĆ

Sažetak: *Procesom elektroispredanja iz polimerne otopine proizvedene su poliuretanske (PU) mikro vlaknaste 3D netkane strukture sa i bez dodatka ionske soli kalcijevog klorida (CaCl₂). Poznato je da se dodatkom ionske soli povećava vodljivost polimerne otopine, čime se postiže i bolja elektroispredivost. Morfološka svojstva elektroispredanih PU materijala određena su primjenom skenirajuće elektronske mikroskopije, a ponašanje materijala pri naprežanju na vlak ispitano je na dinamometru. Sa SEM slika uočeno je da dodatak ionske soli utječe na dobivanje finijih vlakana, ali i na smanjenje prekidne sile i prekidnog istezanja, zbog povećanja poroznosti.*

Abstract: *Polyurethane microfibrinous 3D nonwoven mats were electrospun from polymer solution with and without ionic salt of calcium chloride (CaCl₂). It is known that ionic salt addition increases the polymer solution conductivity and improves its electrospinnability. The morphological characteristics of electrospun PU materials were determined with scanning electron microscopy, and their tensile stress-strain behavior was studied with dynamometer. Observed SEM images revealed the effect of CaCl₂ on the formation of finer fibres, but also on the reduction of the breaking force and breaking strain, due to increased porosity.*

Ključne riječi: PU, CaCl₂, elektroispredene 3D strukture

Keywords: PU, CaCl₂, electrospun 3D structures

1. Uvod

Elektroispredanje je inovativni proces proizvodnje materijala iz vlakana veoma malih dimenzija (u mikro/nano skali) i ciljanih fizičko-kemijskih svojstava. Elektroispredena vlakna jedinstvena su po svojim karakteristikama, poput: visokog omjera površine prema volumenu, fleksibilnosti u funkcionalizaciji površine i izvanrednim mehaničkim svojstvima [1, 2]. Morfološke karakteristike vlakana koji čine elektroispredene strukture ovise o nizu faktora vezanih uz sam proces (tehnički parametri i uvjeti okoline), karakteristikama polimerne otopine, te o dodatcima u samoj otopini.

Utvrđeno je da dodatak ionske soli (npr. željezo klorida, FeCl₃) povećava električnu vodljivost otopine, što pak utječe na povećanje elektrostatske sile odgovorne za istezanje mlaza, što naposljetku stanjuje vlakno, te ga čini jednoličnijim. Međutim, također je utvrđeno da se povećanjem količine ionske soli (npr. natrijevog i litijevog klorida, NaCl i LiCl) povećavaju i viskoelastične sile kao i protok polimerne mase, što rezultira povećanjem promjera vlakna [3, 4].

Od mnogih područja primjene elektroispredanih materijala, jedno vrlo obećavajuće je i područje tkivnog inženjeringa. Tkivni inženjering se razvio kao rezultat interakcije biomaterijala sa tkivom. Cilj istraživača koji se bave tkivnim inženjeringom sastoji se u stvaranju i primjeni što boljih i dugotrajnijih materijala koji će imati vrlo male ili nikakve interakcije sa ćelijama i tkivima ljudskog organizma. Jedan od izazova u tkivnom inženjeringu je osmisliti reproducibilnu tehniku proizvodnje trodimenzionalnih nosača koji bi bili u mogućnosti oponašati strukturu i biološke funkcije prirodnog međustaničnog aktivnog tkiva [5, 6].

Struktura elektroispredanih 3D poliuretanskih (PU) i polikaprolaktonskih (PCL) mreža uspješno veže ljudske (fibroblastne i keratinocitne) stanice za uzgoj tkiva kod većih opekina kože [7]. Također, poznato je da se polimerna mikro- i nanovlakna elektroispredanog PU-a uz dodatak ionske soli primjenjuju kao regenerativni materijal za kosti [8]. Primjerice, ionska sol CaCl₂ dodaje se u polimernu otopinu PU-a jer potpomaže vezanju i rastu stanica, a zbog sličnosti strukture PU-a sa međustaničnim aktivnim tkivom, sustav je optimalan za primjenu u biomedicini (zacjeljivanje rana, regeneracija kostiju i sl.) [1].

2. Metoda rada

Elektroispredanje pripremljene polimerne otopine poliuretana (c=10%) izvršeno je na uređaju za elektroispredanje, NT-ESS-300, uz električni napon od 22 kV i 15-18 kV, 20 cm i 15 cm udaljenosti mlaznice od kolektora vlakana (UM-KV) i pri brzini protoka polimerne otopine od 1,5 ml/h te 3,5 ml/h, sa odnosno bez dodatka ionske soli kalcijevog klorida. Elektroispredanim 3D netkanim strukturama PU-a određena su mehanička svojstva (prekidna sila (N) i prekidno istežanje (%)) pri vlačnom naprezanju na dinamometru Tensolab 3000 - tt. Mesdan S.p.A..

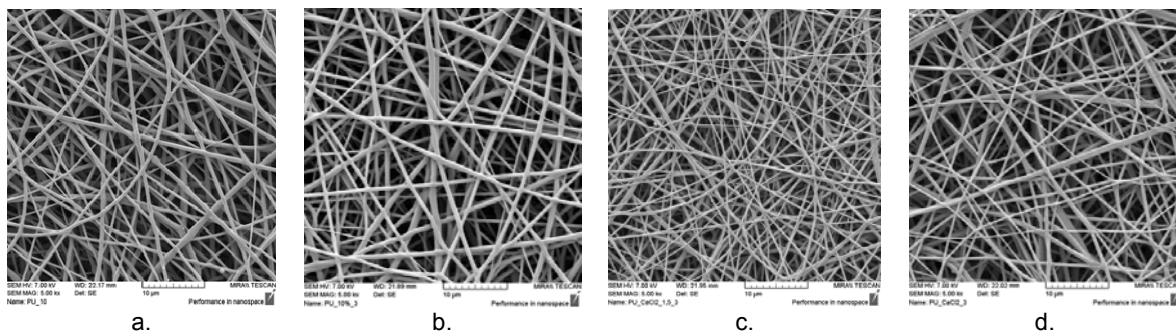
Uzorci za ispitivanje rezani su skalpelom u dimenzijama od 50 mm x 10 mm. Razmak između stezaljki iznosio je 30 mm, a brzina istežanja 50 mm/min. Ispitivanje je provedeno na 5 uzoraka. Analiza morfoloških karakteristika (promjer vlakana i površina pora) elektroispredanih PU materijala izvršena je skenirajućom elektronskom mikroskopijom, Tescan, MIRA\LMU. SEM slike snimljene su na 5 različitim mjestima na elektroispredanom materijalu, te su pomoću ImageJ (NIH) softvera, nasumičnim odabirom izmjereni promjeri vlakana odnosno površine pora formiranih između 100 vlakana. Na univerzalnom mjernom mikroskopu Carl Zeiss izmjerena je debljina elektroispredanih materijalima, te je računski, izrazom (1) određena ukupna poroznost.

$$P=[1-\rho_m/\rho_p]*100=[1-(m/A*h)/\rho_p]*100 \quad (1)$$

gdje je: P = poroznost elektroispredanog materijala (%), ρ_m = gustoća elektroispredanog materijala (g/cm^3), m = masa elektroispredanog materijala (g), A = površina elektroispredanog materijala (cm^2), h = debljina elektroispredanog materijala (cm), ρ_p = gustoća polimera (g/cm^3)

3. Rezultati i rasprava

Na slici 1 prikazane su SEM slike elektroispredanih 10% PU materijala bez dodatka (a i b) i sa dodatkom (c i d) ionske soli pri brzini protoka, v, od 1,5 ml/h odnosno 3,5 ml/h, Općenito, vlakna kod svih uzoraka pokazuju odsutnost većih deformacija (proširenja, kuglica i sl.), te je oblik formiranih pora koji međusobno povezuju vlakna poligonalan. Također, može se uočiti veća jednoličnost po duljini vlakana kod struktura iz polimerne otopine sa dodatkom soli $CaCl_2$.



Slika 1: SEM slike elektroispredanih materijala a) PU 10%, 1,5 ml/h (5kx), b) PU 10%, 3,5 ml/h (5kx), c) PU 10%, 1,5 ml/h + $CaCl_2$ (5kx), d) PU 10%, 3,5 ml/h + $CaCl_2$ (5kx)

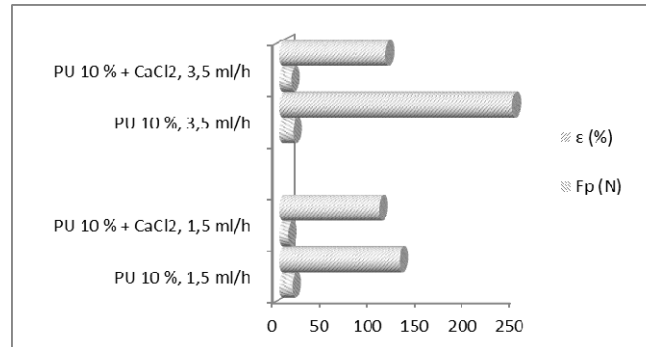
Sukladno tome je i manji raspon vrijednosti promjera vlakana d (μm), pod utjecajem $CaCl_2$, i to (od 0,120 do 0,654 μm) pri 1,5 ml/h i (od 0,215 do 1,145 μm) pri 3,5 ml/h, odnosno površine pora A (μm^2), (od 0,226 do 5,210 μm^2) i (od 0,784 do 12,310 μm^2) pri istim brzinama, analogno, tablica 1,

Tablica 1: Promjeri vlakana i površine pora formirane između vlakana u elektroispredanom 10% PU ovisno o $CaCl_2$, pri v = 1,5 ml/h i 3,5 ml/h

PU	10%		10% + $CaCl_2$		10%		10% + $CaCl_2$	
	1,5 ml/h				3,5 ml/h			
n(l)	100							
	d(μm)	A (μm^2)	d(μm)	A (μm^2)	d(μm)	A (μm^2)	d(μm)	A (μm^2)
□	0,5380	3,8244	0,3059	1,8838	0,5581	4,5499	0,5556	3,4265
σ	0,1628	2,2438	0,0961	1,1103	0,1991	4,1930	0,1802	2,0914
Min	0,2540	0,5910	0,1200	0,2260	0,2740	0,1230	0,2150	0,7840
Max	1,1190	9,3620	0,6540	5,2100	1,7830	24,4640	1,1450	12,3100

Dodatak CaCl₂ utjecao je na smanjenje prosječnog promjera vlakana gotovo 2 puta pri manjoj brzini protoka polimerne otopine, dok je pri većoj brzini razlika skoro neznatna, no i dalje se uočava smanjenje promjera debljih vlakana sa 1,8 μm na 1,5 μm. Iz razloga što su vlakna sa dodatkom soli i manjom brzinom protoka polimerne otopine manjeg promjera, manja je i površina pora formirana između elektroispređenih vlakana. Sukladno tome je i smanjenje prosječne površine pora dodatkom CaCl₂, sa 3,8244 μm² na 1,8838 μm² pri brzini protoka polimerne otopine od 1,5 ml/h odnosno sa 4,5499 μm² na 3,4265 μm² pri 3,5 ml/h.

Slika 1 prikazuje ovisnost mehaničkih svojstava elektroispređenih PU materijala o dodatku CaCl₂ i brzini protoka polimerne otopine. Uočljivo je da za polimerne materijale bez dodatka soli vrijedi da je s manjom brzinom protoka v (1,5 ml/h), potrebna manja sila F_p od 14,2 N, u odnosu na 15,1 N pri 3,5 ml/h, kako bi došlo do prekida, a usporedno s time manje je i prekidno istežanje ε od 126,6 % u odnosu na 244,4 % pri 3,5 ml/h. Dodatak ionske soli CaCl₂ u polimernu otopinu PU-a također utječe na smanjenje prekidne sile kao i na prekidno istežanje, u odnosu na polimernu otopinu bez dodatka soli.



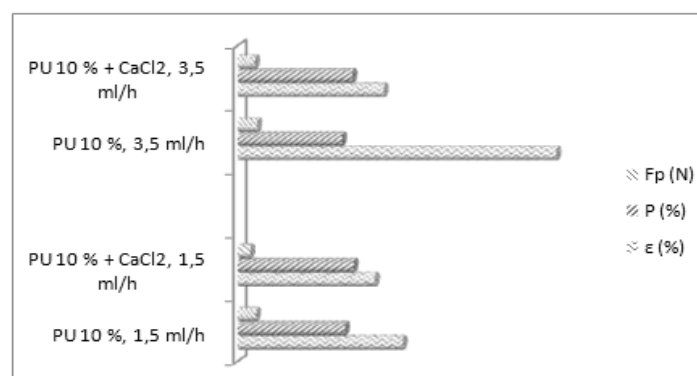
Slika 1: Utjecaj ionske soli i brzine protoka polimerne otopine na mehanička svojstva elektroispređenog PU

Smanjenje prosječne površine pora kod elektroispređenog PU-a sa dodatkom CaCl₂ ukazuje i na povećanje broja pora, što je sukladno sa računski dobivenom poroznosti elektroispređenih PU materijala, tablica 2. Poroznost ovih materijala vrlo je visoka (> 80%). Zbog visoke poroznosti, elektroispređeni PU materijali pokazuju potencijal za primjenu u tkivnom inženjeringu. Uz dodatak ionske soli, zbog većeg broja vlakana manjeg promjera, poroznost PU materijala povećava se gotovo do 94%.

Tablica 2: Poroznost elektroispređenih PU materijala

PU	10%		10% + CaCl ₂	
	1,5 ml/h	3,5 ml/h	1,5 ml/h	3,5 ml/h
ρ _p (g/cm ³)	1,05			
ρ _u (g/cm ³)	0,135	0,159	0,0656	0,0753
V (cm ³)	0,352	0,092	0,647	0,525
h (cm)	0,02199	0,02129	0,03991	0,03280
P (%)	87,14	84,86	93,75	92,83

Slika 2 prikazuje ovisnost prekidne sile i prekidnog istežanja o poroznosti elektroispređenog PU materijala. Vidljivo je da je s povećanjem poroznosti potrebna manja sila kako bi došlo do prekida materijala, zbog većeg udjela praznog prostora unutar netkane 3D strukture polimerne mreže.



Slika 2: Odnos poroznosti i mehaničkih svojstava

4. Zaključak

Poliuretanska mikrovlakna s i bez dodatka ionske soli uspješno su proizvedena procesom elektroispredanja. Elektorispredeni materijal sastavljen je od finih vlakana u obliku netkane 3D mreže. Dodatak kalcijevog klorida CaCl₂ u polimernu otopinu poliuretana (c = 10%) rezultirao je formiranjem većeg broja vlakana manjih promjera te iz tog razloga većom poroznosti elektroispredenog PU-a. Prekidna sila i prekidno istezanje su manji za polimerne materijale s dodatkom soli. Ovako pripremljeni elektroispredeni materijali potencijalni su kandidati za primjenu u području tkivnog inženjeringa, tj za uzgoj tkivnih stanica.

Tehnologija elektroispredanja je vrlo jednostavan proces, međutim unatoč jednostavnosti industrijske aplikacije ovako dobivenih materijala još uvijek su rijetke, ali primjena elektroispredenih 3D mreža za tkivni inženjering i u regenerativnoj medicini je obećavajuća.

Literatura

- [1] Zahedi, P. et al: A review on wound dressings with an emphasis on electrospun nanofibrous polymeric bandages, *Polymer for Advanced Technology*, 21 (2010) 77–95, ISSN: 1099-1581
- [2] Wang, H.-S.; Fu G.-D. & Li, X.-S.: Functional Polymeric Nanofibers from Electrospinning, *Recent Patents on Nanotechnology*, Vol 3 (2009) 21-31, ISSN: 1872-2105
- [3] Srivastava, Y.; Marquez, M. & Thorsen, T.: Multijet Electrospinning of Conducting Nanofibers from Microfluidic Manifolds, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol 106 (2007) 3171-3178, ISSN: 1097-4628
- [4] Mit-uppatham, C., Nithitanakul, M. & Supaphol, P.: Ultrafine Electrospun Polyamide-6 Fibers: Effect of Solution Conditions on Morphology and Average Fiber Diameter, *Macromol. Chem. Phys.*, Vol 205 (2004) 2327–2338, ISSN: 1521-3935
- [5] Teo W. E. & Ramakrishna S.: A review on electrospinning design and nanofibre assemblies, *Institute of Physics Publishing, Nanotechnology*, Vol 17 (2006) 89-106, ISSN: 1361-6528
- [6] Zhu X. i sur.: Electrospun Fibrous Mats with High Porosity as Potential Scaffolds for Skin Tissue Engineering, *Biomacromolecules*, Vol 9 (2008) 1795-1801, ISSN: 1526-4602
- [7] Mijovic, B. i et al: Biodegradable Electrospun Material for Tissue Engineering, *Textile Bioengineering and Informatics Symposium Proceedings, TBIS 2011*, Li Y. et al, 135-139, ISSN: 19423438, May 27-29 2011, Beijing, China, (2011)
- [8] Nirmala, R. et al: Hydroxyapatite Mineralization on the Calcium Chloride Blended Polyurethane Nanofiber via Biomimetic Method, *Nanoscale Res Lett Springer Open Journal*, (2011) ISSN: 1556-276X

Zahvale

Rad je napravljen u suradnji sa Zavodom za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju, Zavodom za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila, Zavodom za projektiranje i menadžment tekstila, Zavodom za primijenjenu kemiju – Laboratorij za analitičku kemiju (Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb) te Zavodom za kvalitetu – Laboratorij za precizna mjerenja dužina (Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb)

Istraživanje je provedeno u sklopu projekta Ergonomijsko oblikovanje sustava radnik-namještaj okoliš, šifra: 117-0680720-3051, potporom ministarstva znanosti obrazovanja i športa, Republike Hrvatske.

UTJECAJ INFRACRVENOG ZRAČENJA NA ZADRŽAVANJU TJELESNE TOPLINE

INFRARED RADIATION INFLUENCE ON BODY HEAT RETENTION

Budimir MIJOVIĆ; Adriana ŠTIMAC; Emilija ZDRAVEVA & Natalija PEJNOVIĆ

Sažetak: Poznato je da ljudsko tijelo apsorbira infracrveno (IC) zračenje u obliku unutarnje energije čime se povećava njegova tjelesna temperatura. Pri tome, u uvjetima visoke temperature, često može doći do pregrijavanja tijela kao rezultat sporijeg oslobađanja topline iz organizma. Na smanjenje tjelesne topline pri IC zračenju svakako može utjecati vrsta odjeće koja se nosi. U ovom radu provedeno je istraživanje na tekstilnim materijalima načinjenim od vune, poliestera i elektrospredenog poliuretana bez i sa podlogom od gumenih prstenova na termalnom manekenu na napuhavanje, kako bi se ocijenila toplina koja se zadržava u tijelu uz izvor IC zračenja. Također, predložen je izgled gornjeg odjevnog predmeta, prsluka, namijenjen radnicima u građevini i poljoprivredi koji su svakodnevno izloženi infracrvenom zračenju.

Abstract: It is known that the human body absorbs infrared (IR) radiation in the form of internal energy, which increases its temperature. Thus, under conditions of high temperature, the human body often overheats due to slow release of heat. Type of clothing worn under conditions of infrared radiation can certainly reduce body heat. In this paper, the research was carried out on textile materials made from wool, polyester and electrospun polyurethane without and with rubber rings underneath, on the inflatable thermal manikin in order to evaluate retained body heat during infrared radiation. Further, a vest is proposed, designed for construction and agricultural workers that are exposed to infrared radiation daily.

Ključne riječi: Infracrveno zračenje, termalni maneken na napuhavanje, toplina, prsluk za rad na otvorenom

Keywords: Infrared radiation, inflatable thermal manikin, heat, outdoor working vest

1. Uvod

Reakcija čovjeka na toplinu ili hladnoću ovisi o pojedincu koji je izložen uvjetima okoline, odjeći koju nosi, te o prirodi posla koji obavlja. Osobe koje obavljaju poslove vezane uz fizički rad na otvorenom, izložene su visokim temperaturnim razlikama – od vrućine do hladnoće, te je za njih nošenje odjeće odgovarajućih zaštitnih karakteristika uz zadovoljavajući stupanj udobnosti od iznimne važnosti.

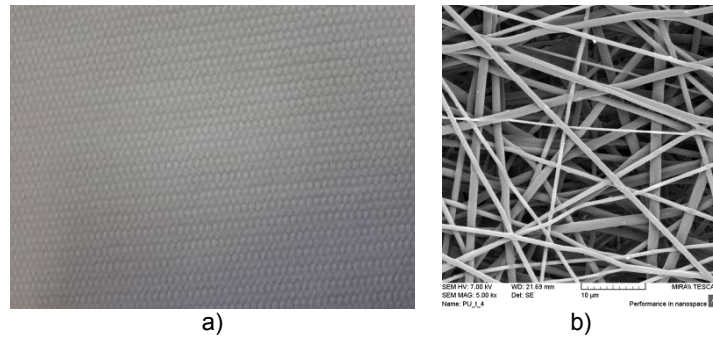
U svrhu projektiranja zaštitne odjeće sa zadovoljavajućom razinom udobnosti neophodna je odgovarajuća ocjena utjecaja okoliša na razmjenu topline između tijela i čovjeka, što pak podrazumijeva znanje o prijenosu topline preko odjeće. Odjeća predstavlja barijeru između ljudskog tijela i njegovog okruženja te je njezina funkcionalna uloga održavanje tijela u prihvatljivom stanju u različitim temperaturnim uvjetima [1, 2]. Zaštitna uloga odjeće dakako ovisi o kemijskom sastavu te strukturi materijala uključujući njegovu masu i debljinu [3].

U radu je istraživana promjena temperature, tj negativni prirast topline u ljudskom tijelu pod utjecajem infracrvenog zračenja, testiranjem tekstilnih materijala na termalnom manekenu na napuhavanje. Predložen je i dizajn gornjeg odjevnog predmeta, tj. prsluka, namijenjen radnicima u građevini i poljoprivredi koji su svakodnevno izloženi infracrvenom zračenju.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Materijali

Tekstilni materijali ispitivani u ovom radu bili su: T1 – vuna I (tkanina), T2 – vuna II (tkanina), T3 - poliester (PES) (pletivo), T4 – poliester (PES) (tkanina) i poliuretan (PU). Materijali od T1-T4 su komercijalni tekstilni materijali, dok je T5 tj. PU pripremljen procesom elektrospredanja iz 12% polimerne otopine u otapalima DMF (N,N dimetilformamida) i THF (tetrahidrofurana), omjerom 1:1. 3D netkana mreža načinjena od mikro vlakana PU-a, slika 1, proizvedena je na uređaju za elektrospredanje, NT-ESS-300, uz udaljenost između vrha igle i kolektora vlakana od 18 cm, električni napon od 20 kV, brzini protoka polimernog mlaza od 4 ml/h te uz rotaciju metalnog cilindra (kolektora vlakana) brzinom od 36 okr./min odnosno horizontalnog gibanja od 0,205 pok./min.



Slika 1: a) Elektrospredeni poliuretan i b) SEM slika poliuretana, povećanje 5kx

2.1.1 Metoda rada

Odabrani tekstilni materijali ispitivani su u svrhu ocjene zadržavanja topline pri infracrvenom zračenju, temeljem promjene temperature u tijelu termalnog manekena na napuhavanje, uz manju modifikaciju postojećeg sustava prema opisu ranije [4-6]. Termalni maneken se zagrijava uz održavanje ulazne temperature manekena na $42 \pm 0,1^\circ\text{C}$, a očitava se početna izlazna temperatura T_{IZL1} ($^\circ\text{C}$) u trenutku postavljanja materijala na manekena i krajnja izlazna temperatura T_{IZL2} ($^\circ\text{C}$) nakon 10 minuta zagrijavanja uz dodatni izvor infracrvenog zračenja. Izvršena je kontrola testiranjem manekena bez tekstilnog materijala (BM) bez (-IC) i sa (+IC) izvorom infracrvenog (IC) zračenja. Svaki tekstilni materijal ispitivan je bez i sa podlogom načinjenom od tila na kojoj su bila postavljena 24 gumena prstena. Gumeni prstenovi čine donju stranu podloge, tj. okrenuti su prema tijelu manekena, dok se uz til postavlja ispitivani tekstilni materijal. Til je mrežasta tekstilija koja nema utjecaja na promjenu temperature, što je mjerenjima potvrđeno. Uloga prstenova je stvaranje prostora između tijela manekena i ispitivanog materijala u kojemu zrak slobodno struji te smanjuje toplinu koja se zadržava u tijelu manekena, također utvrđeno u ranijim ispitivanjima. Toplina Q (W) koja se zadržava u tijelu manekena izračunata je pomoću izraza (1), gdje je ρ = gustoća zraka ($1,18 \text{ kg/m}^3$), V = volumen protoka zraka ($0,012 \text{ m}^3/\text{sek}$), a C_p = specifična toplina zraka ($1,005 \text{ KJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$).

$$Q = \rho \cdot V \cdot C_p (T_{IZL} - T_{UL}) \cdot 1000 \quad (1)$$

3. Rezultati i rasprava

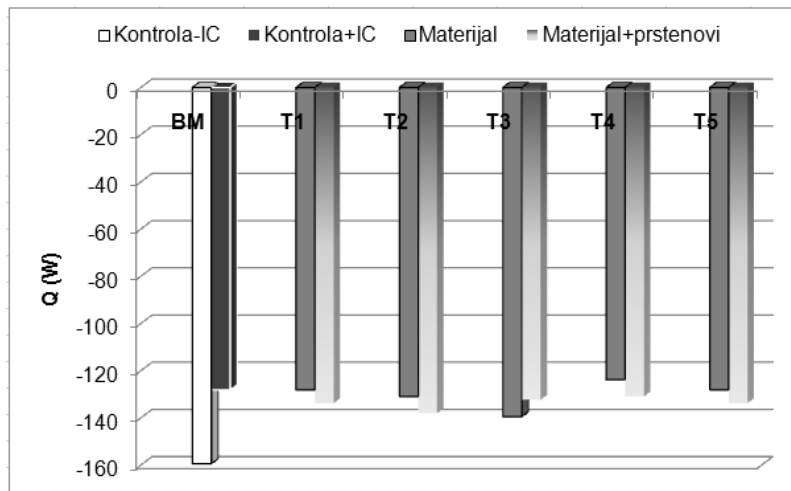
Usporedba promjene izlazne temperature (ΔT) tekstilnih materijala (T1-T5) bez i sa podlogom od gumenih prstenova navedena je u tablici 1. Iz rezultata se može očitati da je pomoću prstenova došlo do smanjenja (-) temperature u tijelu manekena kod svih materijala i to za $0,2$ do $0,5^\circ\text{C}$ u odnosu na promjenu temperature kod materijala bez prstenova gdje je zabilježen rast (+) temperature za $0,3$ do $0,6^\circ\text{C}$, osim kod (T3) poliestera i (T5) poliuretana gdje se temperatura smanjila za $0,2^\circ\text{C}$ odnosno ostala nepromijenjena 0 , svakako uz najveću promjenu od $8,8$ odnosno $2,2^\circ\text{C}$ kod kontrolnog testa tj. manekena bez tekstilnog materijala (BM).

Tablica 1: Promjena izlazne temperature pri infracrvenom zračenju

	ΔT ($^\circ\text{C}$)	
	Kontrola-IC	Kontrola+IC
BM	(+)8,8	(+)2,2
	Materijal	Materijal+prstenovi
T1	(+)0,3	(-)0,2
T2	(+)0,3	(-)0,4
T3	(-)0,2	(-)0,5
T4	(+)0,6	(-)0,3
T5	0	(-)0,4

Na grafu 1 prikazana je izračunata toplina za ispitivane tekstilne materijale uz kontrolni test bez materijala (BM). U skladu sa promjenom temperature zabilježen je i negativan prirast topline Q (W) kod svih materijala sa podlogom od prstenova (T1-T5) uz najmanje zadržavanje topline (-139 W) kod poliestera (T3) i to bez prstenova. Najmanji negativni prirast topline (-130 W) sa podlogom od prstenova pokazao je također

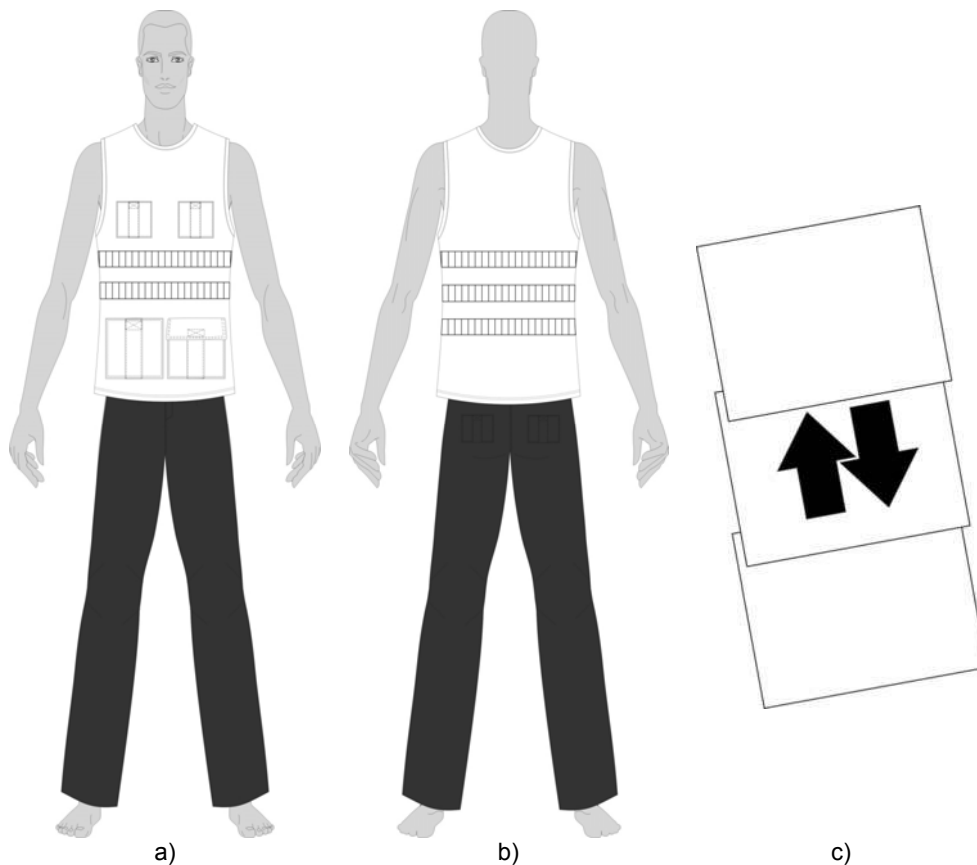
poliester (T3), što znači da svi ostali materijali uz podlogu od prstenova pokazuju manje zadržavanje topline i to maksimalno od -138 W kod vune II (T2).



Slika 1: Zadržana toplina ispitivanih tekstilnih materijala

4. Rješenja dizajna prsluka

Dizajn prsluka izrađen je u računalnom programu C – Design Fashion(R) V4.0 koji služi za dizajn i projektiranje odjevnih predmeta. Na slici 2, prikazan je izgled prsluka sa prednje a) i stražnje strane b), kao i funkcionalni dizajn sa slojevima materijala koji omogućuje strujanje zraka c), tj. hlađenje odnosno smanjenje temperature tijela osobe koja nosi prsluk. Na taj način naslagivanje materijala na pojedinim mjestima prsluka bi moglo osigurati prozračnost prilikom izloženosti visokim temperaturama.



Slika 2: Dizajn prednje a) i stražnje b) strane prsluka za zaštitu od infracrvenog zračenja (C-Design Fashion (R) V4.0) i c) strujanje zraka između slojeva materijala

5. Zaključak

Ispitivanje zadržavanja topline tekstilnog materijala provedeno na termalnom manekenu na napuhavanje uz infracrveno zračenje pokazalo je da gotovo svi materijali s prstenovima osiguravaju smanjenje temperature u tijelu manekena, odnosno veći negativni prirast topline. Materijali s prstenovima i to od vune i poliuretana osiguravaju veću redukciju topline u odnosu na poliesterske, međutim poliester (pletivo) zadržava toplinu najmanje i to bez podloge od prstenova. Poliuretan daje učinkovite rezultate samo u kombinaciji sa prstenovima. Rješenja dizajna prsluka projektirana su na način da bi osigurali dodatnu prozračnost prilikom izloženosti visokim temperaturama, a to je postignuto pomoću posebnog naslagivanja materijala na pojedinim mjestima prsluka. Prsluk ima potencijalnu primjenu kod poljoprivrednih radnika, te kod radnika u građevini koji su izloženi visokim temperaturama pri radu na otvorenom.

Literatura

- [1] Holmér I.: Use of heated manikin for clothing evaluation, *Annals of Occup. Hyg.*
- [2] Mijović B.: Primjenjena ergonomija, Veleučilište u Karlovcu, ISBN: 978-953-7343-23-1, Karlovac, (2008)
- [3] Sun, G. et al: Radiant Protective and Transport Properties of Fabrics used by Wildland Firefighters, *Textile Research Journal Vol 70 (2000) 7 567-573*, ISSN: 1746-7748
- [4] Reischl U. i sur.: Prsluk za zaštitu od infracrvenog zračenja, *Tekstilna znanost i gospodarstvo*, Penava Ž. i Ujević D., 217-220, ISBN: 978-953-7105-39-6, Siječanj 2011, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (2011)
- [5] Reischl U. et al: Prototype Heat Attenuation Vest, *Occupational Health and Safety Conference*, Borik-Zadar, Sept. 22-25 (2010)
- [6] Reischl U. et al: Thermal Characteristics of Infrared Radiation Protective Vests, *Sigurnost Vol 53 (2011) 1*, 51-56, UDK: 687.172:535-1

Zahvale

Istraživanje je provedeno u sklopu projekta Ergonomijsko oblikovanje sustava radnik-namještaj okoliš, šifra: 117-0680720-3051, potporom ministarstva znanosti obrazovanja i športa, Republike Hrvatske.

Autori se zahvaljuju prof. dr. sc. Sandri Bischof Vukušić i dipl. ing. Zorani Kovačević na izvršenoj analizi na FTIR-u i SEM-u. Također vlasnicima obrta Integra Krapina na ustupljenom softveru C-Design Fashion (R) V4.0.

UTVRĐIVANJE TOPLINSKOG OTPORA PA I PES TEKSTILNIH TVOREVINA U OVISNOSTI O BROJU I KOMBINACIJI SLOJEVA

DETERMINATION OF THERMAL RESISTANCE OF PA AND PES FABRICS IN RELATIONSHIP WITH THEIR NUMBER AND LAYER COMBINATION

Dubravko ROGALE; Ivana ŠPELIĆ; Snježana FIRŠT ROGALE & Goran MAJSTOROVIĆ

Sažetak: U radu će biti prikazano utvrđivanje toplinskih svojstava tekstilnih tvorevina na novoj mornoj opremi koja je razvijena i instalirana u Laboratoriju za procesne parametre Zavoda za odjevnu tehnologiju Tekstilno-tehnološkog fakulteta. Instrument, kojim se mjeri prijenos topline s površine tijela kroz tekstilni materijal u okoliš, konstruiran je kako bi izmjerio toplinski otpor kroz tkaninu. U ovome će radu biti prikazano mjerenje toplinskog otpora kojeg pojedini mjerni uzorak ili više slojeva tekstilnih tvorevina pruža prolasku topline pri ugradnji u inteligentnu odjeću. To je važno uzeti u obzir prilikom tehničkog dizajna konvencionalne i radne odjeće i odjeće za specijalne namjene koja služi zaštitu tijekom boravka i rada u različitim temperaturnim uvjetima. Odjeća utječe na razmjenu topline između ljudskog tijela i okoliša. Izolacijska svojstva odjeće ovise o tehničkom i likovnom dizajnu i vrsti materijala od kojeg je načinjen odjevni predmet, tjelesnoj površini pokrivenoj odjećom, slojevima odjeće te prirujanju odjeće uz tijelo. Mjerenje toplinskog otpora tekstilnih tvorevina može se koristiti i za određivanje i projektiranje toplinske udobnosti.

Abstract: The paper deals with the determination of thermal properties of textile products using the new measuring equipment which was developed and installed in the Laboratory for processing parameters of the Department of Clothing Technology of the Faculty of Textile Technology. The instrument for measuring the transfer of heat from the body through the textile material into the environment is designed to measure thermal resistance through the fabric. The paper describes the measurement of thermal resistance developed by measuring a single sample or more layers of the textile material during the passage of heat when it is incorporated in the intelligent clothing. It is important to take it into account during the technical design of conventional and working clothing and special purpose clothing used to provide protection when working under the conditions of different temperatures. Clothing affects heat exchange between the human body and the environment. The insulating properties of clothing depend on technical and visual design, type of material used for clothing production, body area covered with the clothing, clothing layers and clothing adhering to the body. The measurement of thermal resistance of textile products may be used to determine and to design thermal comfort.

Ključne riječi: toplinski otpor, prolaz topline, vruća ploča, PA tkanina, PES tkanina

Keywords: thermal resistance, heat transfers, guarded hot plate, PA fabric, PES fabric

1. Uvod

Toplinski okoliš je ponekad vrlo raznolik i složen tijekom nošenja i rada u različitim vrstama odjevnih predmeta. Konvekcija (izmjena), radijacija (zračenje) i kondukcija (provođenje) su uobičajeni načini prijelaza topline i oni se stalno izmjenjuju tijekom nošenja odjeće i ovisne su o karakteristikama okoliša te radnoj aktivnosti nositelja odjeće. Na konačni učinak za razmjenu topline između ljudskog tijela i okoliša djeluju važni čimbenici za toplinsku ravnotežu i za percepciju toplinskih uvjeta. Pri procjeni toplinske udobnosti unutarnjeg okoliša najčešće se u obzir uzima šest parametara: četiri od njih su vezani uz klimatske uvjete samog okoliša (vlažnost, brzina strujanja zraka, prosječna temperatura radijacije i temperatura zraka u okolišu) te dva parametra vezana uz ljudske subjekte (toplina proizvedena metaboličkim procesima u ljudskom organizmu i izolacija koju pruža odjeća) [1].

Toplinska udobnost je definirana međunarodnim standardom ISO 7730 kao stanje svijesti koje izražava zadovoljstvo toplinskim okolišem [2]. Toplinska udobnost je posljedica mnogih različitih fizičkih uvjeta, a ne samo jednog kao što je temperatura zraka. Toplinska udobnost osobe ovisi o uvjetima okoliša, toplinskom otporu te otporu prolasku vodene pare koju pruža odjevni sustav, fizičkoj aktivnosti i vremenu trajanja te fizičke aktivnosti. Čovjek smatra okoliš ugodnim ukoliko nije prisutna niti jedna vrsta toplinske neudobnosti. Prvi uvjet je toplinska neutralnost što znači da čovjek ne osjeća ni pretjeranu hladnoću ni vrućinu [3].

Kako bi se održala toplinska udobnost moraju biti ispunjena dva uvjeta. Prvi je da kombinacija temperature kože i temperature jezgre tijela pružaju osjećaj toplinske neutralnosti. Drugi je postizanje energetske ravnoteže tijela: toplina koju proizvodi metabolizam mora biti jednaka gubitku tjelesne topline.

Odjeća kojom se štiti organizam smanjuje gubitak tjelesne topline pa je stoga klasificirana prema svojim izolacijskim svojstvima. Toplinska svojstva tekstilnih materijala, kojima se opisuje termalna udobnost nositelja, uključuju i prijenos topline i mase vodene pare između odjevenog tijela i okoliša. Termalna udobnost odjevnog sustava predstavlja kvantitativnu analizu kakvoće zaštite koju taj odjevni sustav pruža samom nositelju.

Mjerenje izolacijskih svojstava odjeće je zahtjevna metoda ovisna o mjernoj tehnici i mjernoj opremi kojom se provodi mjerenje.

Međunarodni standard ISO 11092 je jedan od standardnih testova na području odjevne udobnosti. Fizička svojstva tekstilnih materijala koja doprinose fiziološkoj udobnosti uključuju složenu kombinaciju prijenosa topline i mase vodene pare, odnosno znoja. Ovaj međunarodni standard specificira termalnu otpornost i otpornost na vodenu paru pod određenim uvjetima na primjer tkanina, filmova, premaza, pjena i kože, uključujući i višeslojne tekstilne tvorevine koje se koriste za izradu odjeće, prekrivača, vreća za spavanje, presvlaka za namještaj i sličnih tekstilnih tvorevina [4].

Za potrebe ovih mjerenja konstruirana je nova mjerna oprema, specijalna klima komora i servisni modul za upravljanje opremom i komorom putem računala u suradnji Laboratorija za procesne parametre Tekstilno-tehnološkog fakulteta i tt. Mikrotakt, kao i poseban interaktivni mjerni softver s pomoću kojega se mogu postavljati određeni uvjeti i parametri mjernog sustava tijekom izvođenja širokog spektra eksperimenata. Spomenuta mjerna oprema namijenjena je simuliranju procesa koji se sastoje od toplinskih prijenosa topline koji se odvijaju na tijelu i odjeći, pa su i mjerni parametri podešeni spram vrijednosti parametara koji se susreću u mikroklimi odjevnog predmeta. Iako je oprema inicijalno konstruirana za potrebe razvoja inteligentne odjeće s adaptivnim termičkim svojstvima može se koristiti i za istraživanja i tehnički dizajn konvencionalne, radne i zaštitne odjeće.

2. Eksperimentalni dio

U eksperimentalnom dijelu ovog rada izvedeno je preliminarno mjerenje toplinskog otpora tekstilnih tvorevina na novoj mjernoj opremi temeljenoj na tehnici zagrijane površine na kojoj se precizno mjeri temperatura i snaga grijača potrebna za održavanje konstantne temperature mjerne površine, čime se zapravo mjeri toplinski tok kroz tekstilne materijale. Ispitivani su uzorci jednoslojnih tekstilnih tvorevina te njihova kombinacija s ciljem utvrđivanja toplinskih karakteristika slojeva materijala u budućim odjevnim sustavima vezanim uz razvoj različitih prototipova inteligentne odjeće. Uzorak namijenjen testiranju postavlja se na električki grijanu ploču konstantne temperature u klima komori s poznatom temperaturom zraka i brzinom strujanja zraka.

Prije mjerenja potrebno je odrediti konstantu mjernog uređaja (R_{ct0}), što predstavlja otpor termičkog zračenja prazne površine mjernog uređaja.

Kada sustav postigne stacionarno stanje temperatura i snage grijanja površine mjernog uređaja, cjelokupni toplinski otpor zračenja topline uređaja u okolišni prostor se može izraziti kao [5]:

$$R_{ct0} = \frac{(T_s - T_a) \cdot A}{H} \quad (1)$$

gdje je:

R_{ct0} - ukupni toplinski otpor prazne površine mjernog uređaja zajedno s graničnim slojem zraka uz površinu, $m^2 \text{ } ^\circ\text{C W}^{-1}$

A - površina na kojoj se izvodi mjerenja, m^2 ,

T_s - površinska temperatura mjerne ploče, $^\circ\text{C}$,

T_a - temperatura okolnog zraka, $^\circ\text{C}$ i

H - električna snaga potrebna za zagrijavanje mjerne površine, W.

Na temelju prikazanog izraza potrebno je izračunati početnu vrijednost konstante mjernog uređaja koja je stalna za početno definirane parametre temperature na kojoj će mjerni uređaj raditi i temperature okoliša, a istodobno je uvjetovana i konstrukcijskim obilježjem mjernog uređaja, odnosno mjerne površine.

Na sl. 1a prikazan je fizički prikaz mjernog postava na kojem je u gornjem dijelu smještena mjerna površina, a ispod ispravljači za napajanje mikrogrijača, digitalni međusklopovi i ostale elektroničke komponente sustava LabVIEW tt. National Instruments.

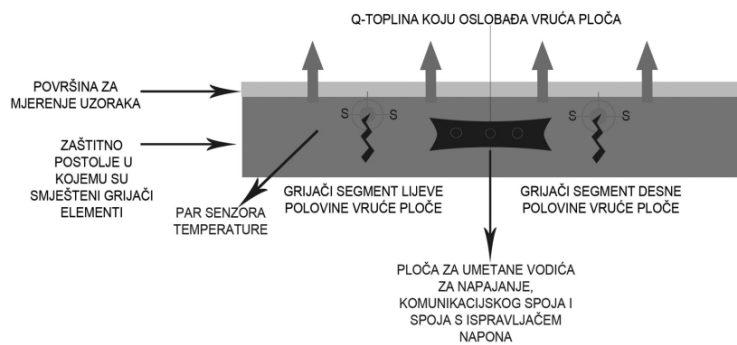
Korištena mjerna oprema sastoji od sustava za mjerenje i sustava za regulaciju temperature mjerne površine uređaja temeljene na reguliranju električne snage PWM (eng. Pulse With Modulation) tehnikom, sl. 1a. Jedinica za mjerenje je pravokutna aluminijska ploča debljine 10 mm spojena na metalni blok sa grijačim elementima. Površina na kojoj se izvode mjerenja (0.4×0.6 m) okružena je zaštitnom izolacijom, što sprječava lateralno otjecanje topline s rubova uzorka. Grijači mjerne opreme, smješteni ispod površine za testiranje, dovode toplinu mjernoj površini i ujedno sprječavaju gubitak topline na donjoj strani površine za testiranje. Ovakav poredak provodi toplinu prema gore samo uzduž smjera debljine uzorka.

Mjerna oprema se priključuje na PC računalo preko digitalnog međusklopa LabVIEW, tt. National Instruments. Tijekom održavanja konstantnih temperatura mjerne površine mjeri se električna snaga potrebna za zagrijavanje mjerne površine regulirane preko PWM sklopa.

Programska podrška je posebno izrađena za navedenu opremu u tt. Mikrotakt. Tijek mjerenja se prati na zaslonu monitora te se mjerni rezultati pohranjuju u Excel modu. Na taj način se mogu pohraniti svi mjerni rezultati u bazu podataka te ih naknadno analizirati i statistički obraditi.



a.



b.

Slika 1: a) Mjerni sustav za određivanje toplinskog otpora tekstilnih tvorevina; b) Grafički prikaz sastavnih elemenata mjerne opreme vruće ploče

Tekstilna tvorevina veličine veće od 0.4×0.6 m se polaže na pravokutnu površinu ploče koja je najčešće zagrijana do konstantne temperature koja odgovara temperaturi kože na ljudskom tijelu (tj. 34°C). Valja napomenuti da je mjerna aparatura konstruirana tako da se na mjernoj ploči može podesiti bilo koja temperatura koju mogu osigurati grijači čija je sveukupna snaga koju dovode mjernoj površini do 280 W. Temperatura ploče se mjeri s pomoću više digitalnih senzora treće generacije umetnutim direktno ispod površine ploče. Senzorski elementi mjere promjene temperature, koja se postiže zagrijavanjem 32 neinduktivna mikrogrijača smještena u dva polja (lijevo i desno). sl. 1b, ravnomjerno postavljjenih ispod grijane površine kako bi se osigurala ravnomjerna distribucija topline, odnosno temperature cijele ploče. Svakim poljem mjerne ploče upravlja zaseban mikrokontrolerski sustav tako da radom mjerne ploče, odnosno održavanjem konstantne temperature podešavanjem dovedene električne snage širinskopulsnom modulacijom (PWM) upravljaju dva mikrokontrolera povezana mjernim protokolom preko digitalnog međusklopa s PC računalom.

Mjerni uređaj se smješta u klima komoru kako bi se mogli kontrolirati uvjeti okoline. Za određivanje toplinskog otpora uzorka, temperatura zraka se namješta na određenu temperaturu i određenu vlažnost. Brzina zraka koju proizvodi ventilacijski sustav klima komore se može namjestiti u rasponu od 0-1 ± 0.05 m/s [6]. Temperaturni regulator na temelju podataka temperaturnih senzora mora održavati temperaturu mjerne

površine (T_s) unutar granica od $\pm 0,1$ °C.

Toplinska snaga (H) koja se dovodi mjernom sustavu se mjeri unutar ± 1 % od ukupnog raspona. Pri proučavanju rezultata mjerenja dobivenih mjerenjem vrijednosti toplinske otpornosti s napravom opisanom u ovom radu može se uočiti stalna ovisnost rezultata o radu mjerne opreme i dobra reproducibilnost.

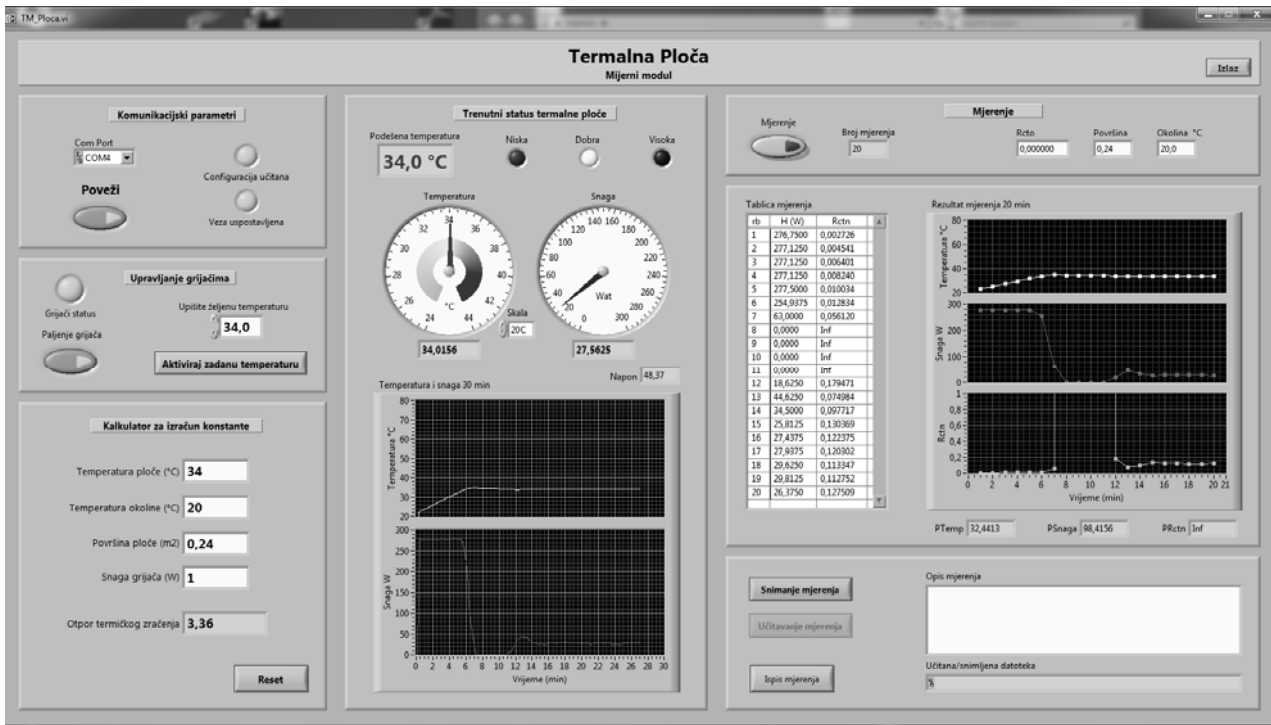
Izračunavanje vrijednosti toplinskog otpora mjernog uzorka (R_{ct}) se izvodi na temelju zadane jednadžbe koja ima oblik:

$$R_{ct} = \frac{(T_a - T_s) \cdot A}{H_m} - R_{ct0} \quad (2)$$

gdje je:

H_m - dovedene električna snaga potrebna za održavanje temperature mjerne površine na kojoj se nalazi mjerni uzorak.

Na sl. 2 prikazan je izgled zaslona računalnog monitora pri pokrenutom programu za upravljanje i mjerenje na novom mjernom sustavu za određivanje toplinskog otpora tekstilnih tvorevina.



Slika 2: Zaslona računalnog monitora programa za upravljanje i mjerenje na novom mjernom sustavu za određivanje toplinskog otpora tekstilnih tvorevina

Zaslona ima više funkcionalnih cjelina za upravljanje komunikacijskim protokolom između računala, digitalnog međusklopa LabVIEW tt. National Instruments, cjelinu za upravljanje mikrogrijačima mjerne površine te cjelinu za izračun konstante mjernog uređaja.

Središnji dio zaslona zauzima prikaz termalnog statusa mjerne površine na kojem se pokazuje postignuta temperatura mjerne površine i potrebna snaga privedena ploči za održavanje te iste temperature. Ispod analognih mjernih pokazivala iscrtavaju se dva dijagrama postignute temperature i privedene snage u ovisnosti o vremenu mjerenja.

Desni dio zaslona predstavlja mjerno područje u kojem se postavljaju mjerni parametri i opis mjerenja, a računalni sustav automatski izvodi mjerenja i ispisuje tablicu mjernih podataka privedene snage i izračunatog toplinskog otpora. Na ovom dijelu zaslona iscrtavaju se tri dijagrama izmjerenih temperatura, snaga grijanja i izračunatih toplinskih otpora mjernog uzorka.

3. Rezultati i rasprava

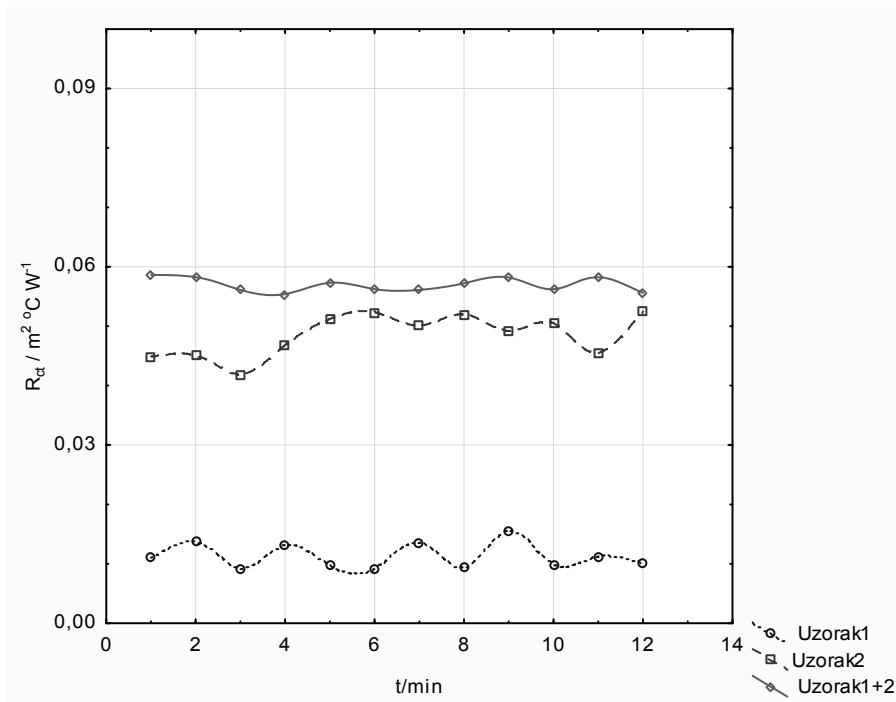
Na temelju mjerne opreme prikazane u prethodnoj točki rada izvedeno je preliminarno mjerenje toplinskog otpora tekstilnih tvorevina u Laboratoriju za procesne parametre Zavodu za odjevnju tehnologiju Tekstilno-

tehnološkog fakulteta kako bi se provjerilo ispravno funkcioniranje razvijenog za potrebe istraživanja inteligentne odjeće. Podaci o mjernim uzorcima prikazani su u tab.1.

Tablica 1: Mjerni uzorci ispitanih tekstilnih tvorevina

Redni broj	Slojevi tekstilnih tvorevina	Sirovinski sastav	Površinska masa, gm ⁻²	Debljina materijala, mm
1.	voluminozni netkani tekstil (fleece)	PA	300	2,094
2.	podstava s punilom	PES	293,2	1,852
3.	kombinacija podstave s punilom i voluminoznog netkanog tekstila	PA/PES	593,2	4,945

Mjerenje toplinskog otpora izvedeno je na dvije tkanine, podstavi s punilom i fleeceem te njihovoj kombinaciji. Podstava je ispitivana na način da je punilo bilo okrenuto prema dolje, odnosno u dodiru s mjernom površinom. Kombinacija navedenih tekstilnih tvorevina izvodila su se na način da je na mjernu površinu prvo postavljena podstava s punilom prema dolje, a na nju je postavljen fleece. Rezultati dobivenih mjerenjem prikazani su na sl. 3. Iz grafičkog prikazana je vidljivo da je toplinski otpor fleeece lagano varira oko vrijednosti 0,01 m²°C W⁻¹, a da je toplinski otpor podstave s punilom isto tako lagano varira oko 0,5 m²°C W⁻¹. Toplinski otpor kombinacije navedenih tekstilnih tvorevina također lagano varira oko vrijednosti od oko 0,058 m²°C W⁻¹.



Slika 3: Grafički prikaz rezultata dobivenih mjerenjem na mjernoj opremi

Zamijećene varijacije mogu se pripisati utjecaju strujanja okolišnog zraka tijekom mjerenja toplinskog otpora. Budući da je eksperimentalna mjerna oprema konstruirana na način da može izvoditi niz od jedan do najčešće 20 mjerenja (po potrebi i više) u kontinuiranim i kontroliranim vremenskim razmacima, vrlo je jednostavno izračunati srednju vrijednost rezultata i postići dovoljnu točnost mjerenja. Iz utvrđenih rezultata vidljivo je da je rezolucija i točnost mjerne opreme na vrlo visokoj razini s obzirom da se radi o razmjerno malim vrijednostima toplinskog otpora.

Iz navedenog se može zaključiti da je prikazana mjerna oprema primjerena za istraživanja toplinskog otpora materijala koji se ugrađuju u inteligentnu odjeću, kao i u sve druge vrste odjevnih predmeta.

4. Zaključak

U radu je prikazano utvrđivanje toplinskog otpora tekstilnih tvorevina te njihove kombinacije kako bi se izvršio odabir materijala za izradu vanjske školjke inteligentne odjeće s adaptivnim mikroklimatskim stanjima

koji moraju zadovoljiti određene konstrukcijske uvjete pri nošenju.

Iz prikazanih rezultata mjerenja na novoj opremi, financiranoj od Hrvatskog instituta za tehnologije u sklopu tehnologijskog projekta Odjeća sa adaptivnim termoizolacijskim svojstvima, vidljivo je kako broj i kombinacija tkanina znatno utječe na izolacijska svojstva odjevnih predmeta. Uzorci s višim izmjerenim toplinskim otporom prolasku topline, imaju bolja izolacijska svojstva te se koriste za izradu odjevnih predmeta koji zahtijevaju jaku izolacijsku zaštitu ljudskog organizma u uvjetima niskih temperatura.

Prema prikazanim preliminarnim podacima mjerenja toplinskog otpora tekstilnih tvorevina koje se ugrađuju u inteligentnu odjeću može se zaključiti da je prikazana mjerna oprema potpuno primjerena za istraživanja toplinske vodljivosti. Uz neznatna usavršavanja opisana mjerna oprema predstavlja vrijedan istraživački mjerni uređaj kojim će se moći unaprijediti spomenuta istraživanja kao i razvoj tehničkog dizajna inteligentne, konvencionalne, radne i zaštitne odjeće.

Literatura

- [1] Prek, M.; Mazej, M. & Butala, V.: An approach to energy analysis of human physiological response to indoor conditions and perceived thermal comfort, *Proceeding of 7th International Thermal Manikin and Modelling Meeting*, 317-331, Coimbra, September 2008, University of Coimbra (2008)
- [2] ISO 7730/2005 - Ergonomics of thermal environment-Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria
- [3] Fanger, P. O.: Thermal comfort, McGraw-Hill Book Company, New York, (1972)
- [4] Međunarodni standard ISO 11092: Tekstil- fiziološki utjecaji- Mjerenje toplinske otpornosti i otpornosti na vodenu paru u stacionarnim uvjetima
- [5] Huang, J.: Thermal parameters for assessing thermal properties of clothing, *Journal of Thermal Biology*, 31 (2006) 461–466, ISSN: 0306-4565
- [6] ASTM F1868 - 09 Standard Test Method for Thermal and Evaporative Resistance of Clothing Materials Using a Sweating Hot Plate
- [7] Fanger, P. O.: Calculation of thermal comfort: Interduction of a basic comfort equation, ASHRE (1967)
- [8] Rogale, D.; Ujević, D; Firšt Rogale, S. & Hratsinski, M.: *Tehnologija proizvodnje odjeće sa studijem rada*, sveučilišni udžbenik, Tekstilno-tehnološki fakultet; ISBN: 978-953-7105-32-7, Zagreb, (2011)

EVALUACIJA PARAMETARA TOPLINSKE UDOBNOСТИ POMOĆU MODELA NOGE

THERMAL COMFORT EVALUATION BY MEANS OF FOOT MODEL

Ivana SALOPEK ČUBRIĆ; Budimir MIJOVIĆ & Zenun SKENDERI

Sažetak: Ispitivanje otpora prolazu topline vršeno je na uzorcima muških cipela i to niskih modnih i polu-visokih. Cilj ispitivanja opisanog u radu bio je usporediti izmjerene vrijednosti otpora prolazu topline obuće koja se nosi u umjerenim uvjetima okoline i postaviti iste u kontekst rezultata mjerenja obuće prikazanih u recentnoj literaturi. Pokazalo se da različit materijal gornjišta jednakog tipa obuće može utjecati na promjenu otpora prolazu topline i do 10%. Za ostvarenje toplinske izolacije obuće iznimno je bitna i visina cipele koja može povećati istu za 27%. Spoznaja o parametrima udobnosti, koja se temelji na rezultatima mjerenja pomoću opisanog modela, u znatnoj mjeri može pomoći proizvođačima u optimiranju parametara pri proizvodnji obuće, a sve sa svrhom poboljšanja udobnosti proizvoda.

Abstract: Heat resistance measurement was carried out on samples of low and semi-tall men's footwear. The main goal of investigation described in the paper was to compare the measured values of heat resistance of footwear that is worn in moderate ambient conditions and place them in the context of results of measurements that are displayed in the recent literature. It turned out that a different material of uppers for equal type of shoes can influence the heat resistance up to 10%. For the realization of the optimal thermal insulation of footwear, the height of footwear is extremely important because the amount can increase the same by 27%. The knowledge about the parameters of comfort, which is based on the results of measurements using the described model, can significantly help manufacturers in the optimization of parameters for the production of shoes, all with a purpose to improving the comfort of the product.

Ključne riječi: udobnost, toplinski model, otpor prolazu topline, obuća

Keywords: comfort, heat model, heat resistance, footwear

1. Uvod

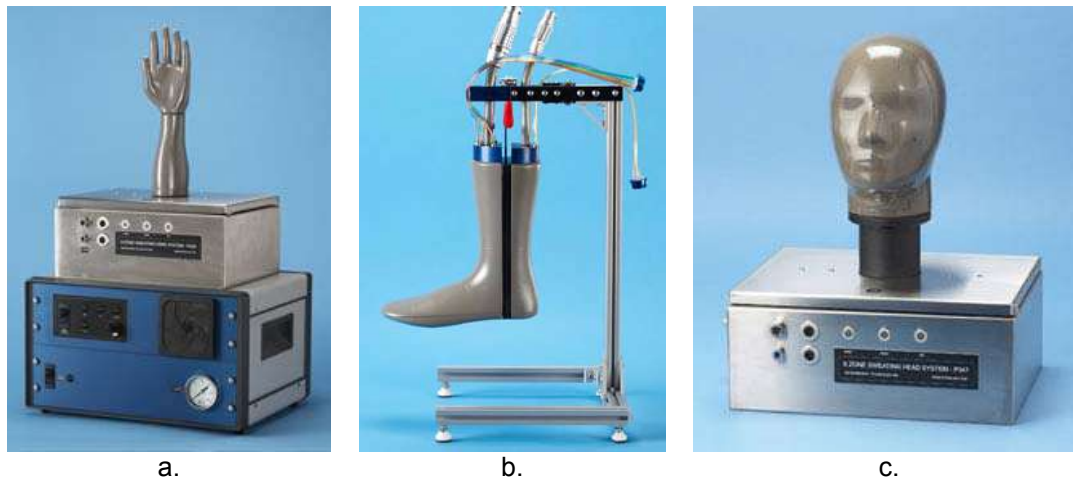
Čovjek je, s obzirom na anatomiju i fiziologiju organizma, predodređen za život u umjerenim i vrućim klimama. U takvim je uvjetima moguće odvijanje svih tjelesnih funkcija bez dodatnih intervencija. No, čim se temperatura okoline snizi ispod 20°C, organizam ne može dugotrajnije zadržati tjelesnu temperaturu konstantnom i u tom slučaju odjeća i obuća preuzimaju ulogu dodatnog termoregulatora [1]. Uspostava toplinske ravnoteže uz koju se čovjek osjeća udobno, ovisna je o nizu kompleksnih interakcija između fizioloških, psiholoških, neurofizioloških i fizičkih čimbenika koji, u određenoj mjeri, trebaju biti zadovoljeni. Teško je precizno definirati svojstvo udobnosti. Možda je jedna od boljih odrednica ona koja udobnost definira kao odsutnost nelagodnosti nošenja ili svjesnosti pojedinca da nosi odjeću ili obuću. Udobnost kazuje u kojoj je mjeri odjeća/obuća u sinergiji s tijelom i doprinosi li optimalnom funkcioniranju tijela zdrave osobe. Danas se udobnost smatra jednim od temeljnih svojstava tekstilnog proizvoda kada je riječ o valorizaciji proizvoda, a bitan cilj za 21. stoljeće koji proizvođači nastoje ispuniti je postići zadovoljavajuću ravnotežu kriterija udobnosti [2]. Za ukupnu ocjenu udobnosti potrebno je uspostaviti vezu između rezultata dobivenih objektivnim mjerenjem i subjektivne ocjene koja uključuje kompleksni sustav senzorskih reakcija čovjeka na predmet koji je odjenio ili obuio. Pontrelli je uveo koncept tzv. „Gestalta“ udobnosti kako bi razmotrio različite stimulativne poticaje koji rezultiraju osjećajem udobnosti ili neudobnosti [3]. Koncept je prikazan u tablici 1.

Tablica 1: „Gestalt“ udobnosti

Fizikalni stimulativni poticaj	Razina fizičke aktivnosti	Svojstva tekstilnog materijala	Utjecaji okoline
Psiho-fiziološki čimbenik	Opće stanje organizma	Namjena i prigoda nošenja Stil/moda Pristalost Osobna preferencija	Ranija iskustva Odstupanja Očekivanja Stil života

Ispitivanja udobnosti odjeće i obuće moguće je usmjeriti na ispitivanje psihološke, osjetilne i termofiziološke udobnosti. Za ispitivanje parametara termofiziološke udobnosti koristi se niz mjernih uređaja, među kojima su i modeli čovjeka ili modeli pojedinog dijela čovjekovog tijela koji su specijalizirani za ispitivanje pojedine skupine artikala, primjerice model ruke, noge ili glave (slika 1). Prednosti mjerenja na modelima, u odnosu

na mjerenja uz sudjelovanje volontera, su brojna. Kao prvo, mjerenja se vrše u kontroliranim uvjetima okoline. Uz pretpostavku održavanja istih konstantnim, dobivaju se ponovljivi rezultati. S obzirom da se dobivaju egzaktnije vrijednosti otpora prolazu topline i vodene pare, isključuju se brojni subjektivni čimbenici koji bi u znatnijoj mjeri mogli utjecati na konačni rezultat. Velika je prednost ove metode mjerenja i u činjenici da se mogu simulirati različiti ekstremni uvjeti okoline - od vrlo hladnih do vrlo toplih klima, i to bez ikakvih štetnih posljedica na cjelokupni sustav za mjerenje. Svaki od navedenih segmenata opremljen je senzorima. Vrijednosti mjerenih svojstava se u konačnici dobivaju za svaki segment zasebno, te za cijeli model [4].



a.

b.

c.

Slika 1: Vrste modela [5]: a. model ruke, b. model stopala, c. model glave

2. Eksperimentalni dio

2.1 Mjereni uzorci

Ispitivanje otpora prolazu topline vršeno je na uzorcima muških cipela i to niskih modnih cipela (uzorci C1-C3) i polu-visoke muške cipele (uzorak C4). Opis uzoraka i pripadne oznake dane su u tablici 2.

Tablica 2: Opis uzoraka

Br.	Oznaka	Opis	Vrsta cipele
1	C1	Gornji dio goveđa koža	Niska modna cipela
		Podstava goveđa podstavna napa	
		Đon đonska koža	
2	C2	Gornji dio juneča koža	Niska modna cipela
		Podstava goveđa podstavna napa	
		Đon đonska koža	
3	C3	Gornji dio goveđi cjepanik + umjetni materijal	Polu-visoka modna cipela
		Podstava umjetni materijali	
		Đon brizgani poliuretani	
4	C4	Gornji dio goveđi cjepanik	Niska modna cipela
		Podstava goveđa podstavna napa	
		Đon đonska koža	

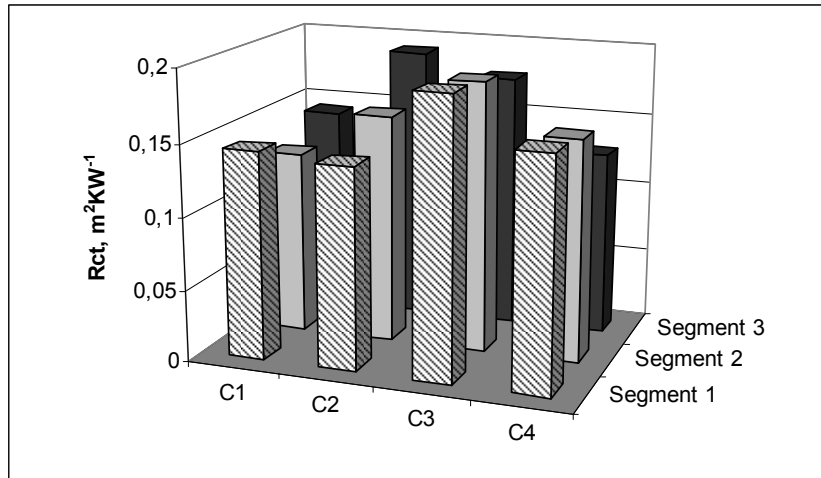
2.2 Mjerni uređaj

Ispitivanje je vršeno na modelu toplinske noge tt. UCS d.o.o. Model je izrađen u obliku muške potkoljenice veličine 42. Sastavljen je od 13 segmenata i to 7 u području stopala i 6 u području potkoljenice [6].

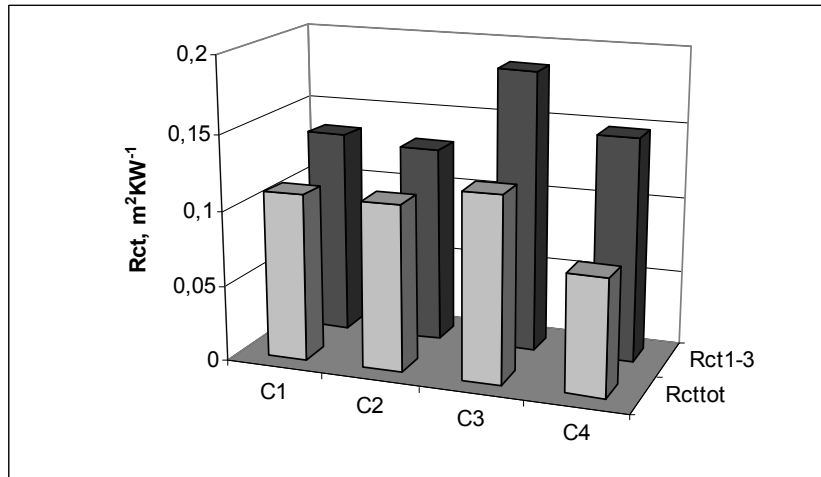
3. Rezultati ispitivanja

Izmjerene vrijednosti otpora prolazu topline promatrane su za segmente koji pokrivaju samo stopalo i to: segment 1 – donji dio prstiju, segment 2 – tabani i segment 3 – gornji dio prstiju (slika 2). Vrijednosti navedenog otpora dane su za promatranu zonu (R_{ct} 1-3) i za čitav model noge (R_{ct} tot), (slika 3). Na slici 4 dan je usporedni prikaz dobivenih rezultata i rezultata mjerenja otpora obuće prolazu topline pomoću modela

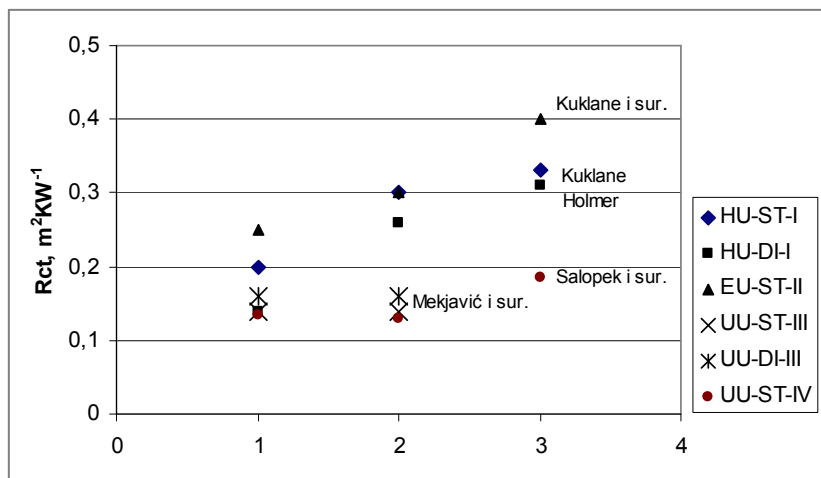
toplinske noge koja su prikazana u recentnoj literature [7-9]. Mjerenja obuće prikazana u radovima (I, II - čizme, III - planinarske cipele, IV - niske i poluvisoke modne cipele) vršena su u ekstremnim (EU), hladnim (HU), i umjerenim uvjetima (UU) okoline, te u statičkom (ST) ili dinamičkom stanju (DI).



Slika 2: Otpor prolazu topline segmenata 1, 2 i 3



Slika 3: Otpor prolazu topline cijelog modela i promatranih segmenata



Slika 4: Rezultati mjerenja otpora prolazu topline iz recentne literature

4. Rasprava

Kako su u radu ispitani uzorci obuće koji se nose u umjerenim uvjetima okoline, rasprava je usmjerena na rezultate dobivene za segmente koji prekrivaju stopalo. Kao što je vidljivo sa slike 3, uzorci niskih modnih cipela C1 i C2, koji imaju jednaku podstavu i đon, a razlikuju se samo s obzirom na gornji dio, pružaju gotovo jednak otpor prolazu topline. Razlike između prosječnih vrijednosti otpora prolazu topline za promatrane segmente iznose tek 3%. Razlike u vrijednostima su značajnije uoči li se izmjerena vrijednost za modnu cipelu C4 koja se od cipele C1 razlikuje s obzirom na vrstu gornjišta. Kod navedene je vrijednost otpora prolazu topline viša za 10%. Prema očekivanju, najveći otpor među ispitivanim uzorcima pruža poluvisoka cipela (uzorak C3). Isti je kod navedene cipele čak 27% veći od otpora koji pruža cipela C1. Postave li se rezultati ispitivanja otpora modnih cipela prolazu topline u kontekst drugih vrsta obuće prikazanih u literaturi (slika 4), uočava se da je otpor istih u usporedbi s otporom čizama značajno niži. Primjerice, čizme za kišne uvjete koje nemaju dodatni sloj koji bi omogućio dodatnu toplinsku izolaciju pružaju 40% veći otpor prolazu topline nego promatrane modne cipele. Nadalje, otpor zimskih čizama je veći od 60% u usporedbi s ispitivanim modnim cipelama.

5. Zaključak

Cilj ispitivanja opisanog u radu bio je usporediti izmjerene vrijednosti otpora prolazu topline obuće koja se nosi u umjerenim uvjetima okoline i postaviti iste u kontekst rezultata mjerenja obuće prikazanih u recentnoj literaturi. Pokazalo se da različit materijal gornjišta jednakog tipa obuće može utjecati na promjenu otpora prolazu topline i do 10%. Za ostvarenje toplinske izolacije obuće iznimno je bitna i visina cipele koja može povećati istu za 27%.

Spoznaja o parametrima udobnosti, koja se temelji na rezultatima mjerenja pomoću opisanog modela, u znatnoj mjeri može pomoći proizvođačima u optimiranju parametara pri proizvodnji obuće, a sve sa svrhom poboljšanja udobnosti proizvoda.

Literatura

- [1] Havenith, G.: Heat balance when wearing protective clothing, *Annals of occupational hygiene*, 43 (1999), 5, 289-296, ISSN 0003-4878
- [2] Das, S.: Comfort characteristics of apparels, *Express Textile*, (2006)
- [3] Pontrelli, G.J.: Comfort by design, *Textile Asia*, 21(1990), 1, 52-61, ISSN 0049-3554
- [4] Salopek Čubrić, I., Skenderi, Z., Mijović, B.: Model toplinske noge za mjerenje parametara udobnosti, *Koža i obuća*, (2012), u tisku
- [5] Measurement Technology Northwest: Thermal manikins, Dostupan na <http://www.mtnw-usa.com/> Pristupljeno: 2011-10-10
- [6] Universal Customisation Systems: Foot manikin, Dostupan na www.ucstech.eu/ Pristupljeno: 2011-10-10
- [7] Kuklane, K. & Holmér, I.: Problems with cold work, *Arbete och Hälsa*, National Institute for Working Life, Stockholm (1998)
- [8] Kuklane, K., Holmér, I. & Giesbrecht, G.: One week sweating simulation test with a thermal foot model, *The Third International Meeting on Thermal Manikin Testing*, National Institute for Working Life, Stockholm, Sweden, (1999)
- [9] Mekjavić, I. B. et al.: Static and Dynamic Evaluation of Biophysical Properties of Footwear: The Jozef Stefan Institute Sweating Thermal Foot Manikin System, *Proceedings RTO-MP-HFM-126*, 6-1- 6-8, Neuilly-sur-Seine, France, (2005)

Zahvala

Rad je napravljen u okviru znanstveno-istraživačkog projekta Višefunkcionalni tehnički netkani i pleteni tekstili, kompoziti i pređe (šifra projekta 117-0000000-2984) i Ergonomsko oblikovanje sustava radnik-namještaj-okoliš (šifra projekta 117-0680720-3051) koje financira MZOŠ Republike Hrvatske.

SUBJEKTIVNA I OBJEKTIVNA PROCJENA DRAPIRANJA TKANINA

SUBJECTIVE AND OBJECTIVE EVALUATION OF FABRIC DRAPE

Tatjana ŠARAC; Vasilije PETROVIĆ; Jovan STEPANOVIĆ & Dušan TRAJKOVIĆ

Sažetak: *Drapiranje tkanina se može definirati kao složena deformacija tkanine u tri dimenzije pod utjecajem vlastite težine tkanine, kada ona visi, tj. pada preko nekog objekta. Drapiranje predstavlja pojavu čiju kompleksnost nije jednostavno kvantitativno predstaviti, jer na drapiranje utječe više parametara. Najvažniji parametar za opisivanje drapiranja je koeficijent drapiranja. Međutim, kasnije je dokazano da je koeficijent drapiranja nedovoljan parametar za opisivanje kompleksnosti fenomena drapiranja, pa su kao značajni parametri dodani i broj nabora, prostiranje nabora i minimalna i maksimalna amplituda, koje predstavljaju najmanju i najveću udaljenost od centra kruga do krivulje drapiranog uzorka. S obzirom da je drapiranje parametar koji je u bliskoj vezi s estetskim osobinama tkanina i odjevnih predmeta, ono se može i subjektivno odrediti. Na subjektivnu procjenu drapiranja utječu ukus, tj. preferencije ispitanika i aktualni modni trendovi.*

Abstract: *Fabric drape can be defined as a complex deformation of fabric in three dimensions under its own weight, while hangs over some object. Drape is a term which complexity is not easy to present in quantity, because drape is dependent of more parameters. The most important parameter for describing fabric drape is drape coefficient. However, it is proved later that drape coefficient is not sufficient for describing complexity of drape phenomenon, so as important parameters are added number of nodes, node distribution, and minimal and maximal amplitude which present greatest and at least distance from centre of the circle to the curve of draped sample. Since draping is a parameter that is closely related to the aesthetic properties of fabrics and garments, may be subjectively determined. The subjective assessment of draping affects the taste, preferences of subjects and current fashion trends.*

Ključne riječi: *drapiranje, estetske osobine, tkanina*

Keywords: *drape, aesthetic properties, fabric*

1. Uvod

Drapiranje tkanina se može definirati kao složena deformacija tkanine u tri dimenzije pod utjecajem vlastite težine tkanine, kada ona visi, tj. pada preko nekog objekta. Najveći doprinos u razvijanju instrumenata i metoda za proučavanje drapiranja je dao Cusick, kada je konstruirao Cusick Drape metar [1, 2]. Iako je poslije Cusicka, s razvojem znanosti i tehnike razvijeno više uređaja ovog tipa i namjene, Cusickov Drape metar je i danas u upotrebi. Cusick je, također, kao najvažniji parametar drapiranja postavio koeficijent drapiranja koji se definira kao odnos površine prstena uzorka tkanine prije drapiranja i površine projekcije drapiranog dijela tkanine.

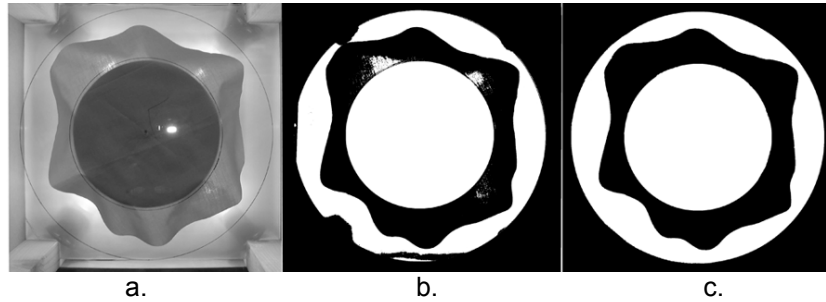
Koeficijent drapiranja se izražava u postocima i ima vrijednost od 0 do 100%. S obzirom da je drapiranje parametar koji je u bliskoj vezi s estetskim osobinama tkanina i odjevnih predmeta, ono se može i subjektivno odrediti. Na subjektivnu procjenu drapiranja utječu ukus, tj. preferencije ispitanika i aktualni modni trendovi. Subjektivnu procjenu drapiranja ne treba zanemariti, jer stručnjaci iz područja tekstila i dizajna, mogu biti vrlo precizni u ocjenjivanju svojstava drapiranja tkanina [3-7].

Ipak drapiranje predstavlja pojavu čiju kompleksnost nije jednostavno kvantitativno predstaviti, jer na drapiranje utječe više parametara, čije djelovanje se ne može uvijek odrediti i predvidjeti. Npr. ako promatramo zavjese i stolnjake u nekom restoranu, možemo primijetiti da će konfiguraciju drapiranja promijeniti i najmanji dašak vjetra, a također se može primijetiti razlika između tek postavljenih stolnjaka i onih koji stoje na stolu nekoliko dana.

U ovom radu je izvedena studija određivanja koeficijenta drapiranja za različite vrste tkanina, zatim određivanje broja nabora i minimalne i maksimalne amplitude. Potom je izvršena studija slaganja objektivnih i subjektivnih rezultata.

2. Eksperimentalni dio

Za potrebe ovog rada je izrađen poseban nestandardni uređaj koji se sastoji od gornje i donje staklene ploče. Između njih se nalazi kružno postolje promjera 18 cm na kome se postavlja uzorak promjera 30 cm [10]. Ispod donje ploče se nalaze 4 žarulje ravnomjerno raspoređene u 4 kuta koje osvjetljaju donju ploču na koju je zalijepljen mliječni papir, kako bi se dobilo difuzno svjetlo sa cijele površine, čime bi se eliminirao efekt perspektive na sjeni uzorka. Uzorak se osvjetljuje odozdo da bi rubove bile jasnije uočljive. Na gornjoj ploči su ucrtani krugovi promjera 18 cm i 30 cm zbog lakše i preciznije kompjuterske obrade. Iznad uređaja se postavlja kamera koja snima konfiguraciju drapiranog uzorka odozgo. Uzorci se zatim prenose u računalo, a za obradu fotografija je korišten softver Adobe Photoshop.

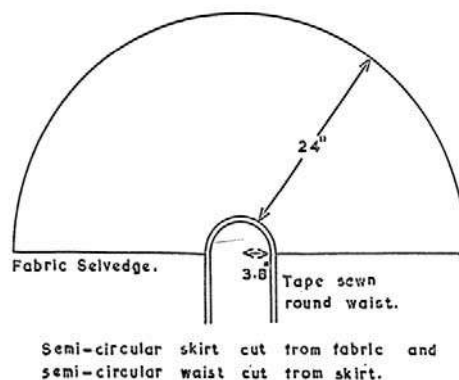


Slika 1: Postupak obrade fotografije u Adobe Photoshop-u: a) neobrađena fotografija, b) obrada alatom treshold, c) čišćenje slike.

Postupak obrade slike u Adobe Photoshop-u je prikazan na slici 1. Najprije se vrši rezanje i kalibracija slike, potom se slika, uz pomoć alatke za podešavanje praga između crne i bijele boje treshold. Slika u koloru postaje crno - bela, gdje je površine moguće lako označiti i izračunati površine u pikselima. Zatim se dijeljenjem površine drapiranog dijela s površinom nedrapiranog prstena i množenjem sa 100 dobiva koeficijent drapiranja. Prije toga je neophodno izvršiti čišćenje slike, gdje se na crnoj površini uklanjaju bijeli pikseli, a na bijeloj crni.

Za ispitivanje je uzeto 17 tkanina iz komercijalne proizvodnje. Od svake tkanine je uzeto po deset kružnih uzoraka promjera 30 cm. Za svaki uzorak je računat koeficijent drapiranja, potom su za svaku tkaninu računate srednje vrijednosti koeficijenta drapiranja na licu tkanine, na naličju tkanine i ukupan koeficijent drapiranja i za lice i za naličje tkanine. Također su određeni broj nabora i minimalna i maksimalna amplituda. Za subjektivnu procjenu drapiranja su uzete četiri tkanine koje imaju slične osobine i male koeficijente drapiranja; tkanina T₃, DC = 29,5%, tkanina T₄, DC = 28,36%, tkanina T₁₆, DC = 25,48%, i tkanina T₆, DC = 37,72%. Cusick je u svojoj disertaciji predložio da se za subjektivno drapiranje može sašiti polukružna suknja koja će se vezati oko struka (slika 2). Od spomenutih tkanina su izrađene takve suknje (slika 3). Duljina suknje je 60 cm, a opseg 76 cm. Suknje su prikazane na modelima.

Da na izbor ispitanika ne bi utjecao uzorak i opip materijala, bilo im je dozvoljeno dati ocjene na osnovu aromatskih fotografija. Ispitanici su ocjenjivali suknje prema poželjnom drapiranju ocjenama od 1 do 4. Ispitanici su bili studenti na studijskom području Industrijski dizajn tekstilnih proizvoda na Tehnološkom fakultetu u Leskovcu. Rezultati ispitivanja su prikazani u tablici 1.



Slika 2: Šematski izgled polukružne suknje



Slika 3: Fotografije suknji na modelima

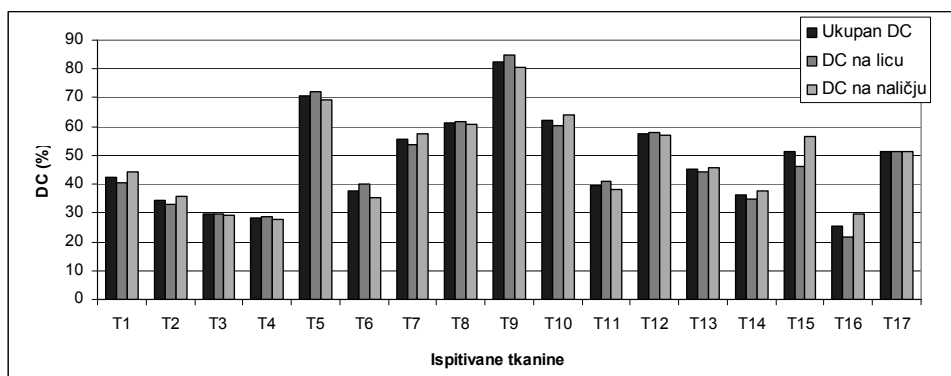
Tablica 1: Subjektivne ocjene drapiranja tkanina

Model Suknje	Ispitanici										Ukupno
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
T_4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	37
T_3	2	1	1	1	3	2	1	2	1	3	17
T_6	1	2	2	2	1	1	3	3	3	1	19
T_{16}	4	4	3	4	2	3	2	1	2	2	27

3. Rezultati i diskusija

Na slici 4 je prikazan grafički prikaz koeficijenata drapiranja za sedamnaest ispitivanih tkanina i to na licu tkanine, na naličju tkanine i ukupne vrijednosti koeficijenata drapiranja. Možemo zaključiti da se vrijednosti koeficijenata drapiranja kreću od DC = 25.48 % za tkaninu T_{16} do DC = 82, 63% za tkaninu T_9 . Tkanina T_{16} je izrađena od sintetičke pređe u keper vezu s malom površinskom masom $Q = 84.98 \text{ g/m}^2$, i malom debljinom tkanine $d = 0.28 \text{ mm}$. Tkanina T_9 je izrađena od 100 % pamučne pređe u platnenom vezu s površinskom masom od $Q = 389.02 \text{ g/m}^2$, a debljina materijala je $d = 0.91 \text{ mm}$. Tkanina T_{16} ima vrlo labavu strukturu s izraženom sposobnošću smicanja, dok je tkanina T_9 vrlo kruta s gustom konstrukcijom.

Mali koeficijent drapiranja imaju i tkanine: T_3 , DC = 29.5%; T_4 , DC = 28, 36%; T_6 , DC = 37,72% i T_{14} , DC = 36, 3%. Na koeficijent drapiranja nema veliki utjecaj sirovinski sastav materijala, već konstrukcijske osobine materijala. Visokim koeficijentom drapiranja se odlikuju još tkanine; T_5 , DC = 70.68 %; T_8 , DC = 61.41% i T_{10} , DC = 62.29%. Ove tkanine su sve tkane u platnenom vezu i imaju velike vrijednosti površinske mase, kao i vrlo čvrstu strukturu.



Slika 4: Grafički prikaz vrijednosti koeficijenata drapiranja

U ovom radu su također prikazane vrijednosti koeficijenata drapiranja na licu i na naličju tkanine. U svim slučajevima, tj. kod svih ispitivanih tkanina se vrijednost koeficijenata drapiranja razlikuje na licu i na naličju tkanine. Kod osam ispitivanih tkanina je koeficijent drapiranja bio veći na licu, dok je kod 11 ispitivanih tkanina koeficijent drapiranja veći na naličju. Tkanine su imale 0, 3, 4, 5, 6, 7 ili 8 nabora. Može se vidjeti da veoma krute tkanine s velikom vrijednošću koeficijenta drapiranja (T_5 i T_9) nemaju nabore ili formiraju mali broj nabora. Najveći broj uzoraka ima 6 nabora. Razlike u broju nabora i promjeni profila drapiranja ukazuju na to da tkanina mijenja svoju konfiguraciju svaki put kada se drapira.

Minimalna amplituda predstavlja najmanju udaljenost od centra kruga do rubova drapiranog uzorka, a maksimalna amplituda predstavlja maksimalnu udaljenost od centra kruga do rubove drapiranog uzorka, pa samim time najmanja vrijednost minimalne amplitude mora biti 9 cm (jer je toliki polumjer postolja na kojemu se tkanina drapira), a najveća vrijednost maksimalne amplitude mora biti 15 cm (jer je toliki polumjer uzorka koji se drapira). Vrijednosti za minimalne amplitude su se kretale od 9.00 – 12.34 cm, a vrijednosti za maksimalne amplitude su se kretale od 13.76 – 14.77 cm.

Posljednji dio ove studije obuhvaća podudarnost objektivnog mjerenja drapiranja i subjektivne ocjene ispitanika. Rezultati prikazani u tablici 1 nam ukazuju da je najvišu ocjenu ispitanika dobila tkanina T_4 , s ukupnom ocjenom 37, tj. sedam ispitanika je suknju od ovog materijala ocijenilo s ocjenom 4 i tri ispitanika s ocjenom 3. Poslije nje je tkanina T_{16} koja je ocijenjena ocjenom 27, zatim tkanina T_6 je dobila ocjenu 19, a tkanina T_3 ocjenu 17. Ukupne ocjene su dobivene zbrajanjem pojedinačnih ocjena.

Ako ove rezultate usporedimo s rezultatima objektivnog ispitivanja koeficijenta drapiranja, možemo zaključiti da su dvije tkanine s najmanjim koeficijentima drapiranja dobile i najviše ocjene što se tiče poželjnog drapiranja. Najpoželjnije drapiranje u ovom slučaju ima tkanina T_4 , s koeficijentom drapiranja $DC = 28.36\%$, a odmah poslije nje je tkanina T_{16} s $DC = 25.48\%$. Međutim, da bi se potvrdila točnost ove studije potrebno je uzeti veći broj tkanina u opseg ispitivanja, i uzeti u obzir duljinu drapiranog dijela tkanine, koja ima utjecaj na drapiranje tkanina.

4. Zaključak

Na osnovu dobivenih rezultata mogu se donijeti slijedeći zaključci:

- da koeficijent drapiranja ovisi o konstrukcijskih parametara tkanine,
- da tkanine koje su tkane u keper vezovima imaju manje koeficijente drapiranja od tkanina u platnenom vezu,
- da tkanina uvijek pri drapiranju ima drugačiju konfiguraciju, tj profil,
- da tkanina ne formira uvijek isti broj nabora,
- i da se objektivna studija drapiranja može složiti sa subjektivnom procjenom poželjnog drapiranja.

Literatura

- [1] Cusick G. E.: A study of Fabric Drape, Faculty of Technology, University of Manchester, (1962)
- [2] Žunič, Lojen D. & Jevšnik, S.: Some Aspects of Fabric Drape, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* October/December, Vol 15, (2007) 4 (63)
- [3] Szabo, L. & Halasz, M.: Examination of dependence of drape coefficient on the samples size, *Tekstil*, 57 (2008) 9, 439-447
- [4] Kenkare, N. & May-Plumlee, T.: Fabric Drape Measurement: A Modified Method Using Digital Image Processing, *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, Vol 4 (2005) 3
- [5] Robson, D. & Long, C. C.: Drape Analysis using Imaging Techniques, *Clothing and Textiles Research Journal*, 18 (2000) 1
- [6] Rodel, H. et al: Links between design, pattern, development and fabric behaviours for clothes and technical textiles, *International Journal of Clothing, Science and Technology*, Vol 13 (2001) ¾
- [7] Kenkare, N. & May-Plumlee, T.: Evaluation of drape characteristics in fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol 17 (2005) 2, 109-123
- [8] Frydrych, G. & Dziworska, A.: Cieslinska Mechanical fabric properties influencing the drape and handle, *Internacional Journal of Clothing, Science and Technology*, Vol 12 (2000), 171-183
- [9] Jinlian, H. U.: Structure and mechanics of woven fabrics, Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, (2004) North America
- [10] Saville, B. P.: Physical testing of textiles, Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, Abington Hall, (2000) Abington



SEKCIJA F

DIZAJN I MARKETING

SECTION F

DESIGN AND MARKETING

INTEGRACIJA MARKETING STRATEGIJE I STRATEGIJE DIZAJNA KAO PRETPOSTAVKA USPJEŠNOSTI MODNIH KOMPANIJA NA TRŽIŠTU

INTEGRATION OF MARKETING AND DESIGN STRATEGY AS AN ASSUMPTION FOR THE SUCCESS OF FASHION COMPANIES ON THE MARKET

Milan GAŠOVIĆ & Marija BRDARIĆ

Sažetak: Marketing strategija se može promatrati kao ključna planska odluka, kojom se ostvaruju marketing ciljevi i poduzimaju adekvatne marketing aktivnosti. Isto tako, ona odražava i način na koji kompanija uspostavlja odnos između paketa svoje ponude i profila traženja na danom tržištu. Realizacija marketing strategije se u najvećoj mjeri bazira na uvažavanju strategije diferenciranja proizvoda i strategije segmentacije tržišta, kako bi se njihovim kombiniranjem osigurala konkurentne prednosti na tržištu. Pri tom, strategija diferenciranja proizvoda nije ništa drugo nego jedna od opcija strategije dizajna. Dizajn strategija se veže i za inovaciju, odnosno način dizajniranja novog proizvoda koji je vođen strategijom razvoja novog proizvoda. Dakle, kada se radi o nastanku novih proizvoda, zajednički strateški pristup marketinga i dizajna je jednostavno neophodan. Za uspješnost poslovanja modnih kompanija je od ključne važnosti integracija strategije marketinga i strategije dizajna. Međutim, u ovisnosti o strukturi tržišta, prilikom upotrebe različitih marketing strategija, kompanije primjenjuju različite dizajn strategije.

Abstract: Marketing strategy can be seen as a key planning decision, by which marketing goals are achieved and appropriate marketing actions are taken. Also, it reflects the way the company establishes the relationship between its supply package and its demand profile in the market. Implementation of marketing strategy is largely based on the implementation of product differentiation strategy and the strategy of market segmentation, in order to ensure the competitive advantage in the market by their combining. In addition, product differentiation strategy is nothing but an option of a design strategy. The design strategy is also connected to innovation, as well as to new product design method, which is driven by new product development strategy. When it comes to new product development, joint strategic approach of marketing and design is simply necessary. For the success of the fashion company in the market integration of marketing and design strategy is crucial. However, depending on market structure, when using different marketing strategies, companies apply different design strategies.

Ključne riječi: marketing strategija, dizajn strategija, integracija, uspješnost

Keywords: marketing strategy, design strategy, integration, performance

1. Uvod

Realiziranje poslovnih ciljeva modnih kompanija zahtjeva integriran pristup dvaju ključnih poslovnih funkcija-marketinga i dizajna.

Marketing, kao poslovni koncept, ima u fokusu potrebe, zahtjeve i želje kupaca čije je realiziranje uz ostvarenje profita uvjet opstanka kompanija u modnom biznisu. On pokreće niz tehnika i aktivnosti kao što su: istraživanje tržišta i okruženja; planiranje i razvoj proizvoda; određivanje cijena; promociju; distribuciju i prodaju. Modne kompanije zavise od kupaca koji kontinuirano kupuju njihove proizvode gdje je ključ takve lojalnosti isporuka vrijednosti, odnosno proizvoda koji imaju stil, trajnost, lako se održavaju, nude kvalitetu za novac i ispunjavaju sve druge kriterije koji kupci smatraju relevantnim. Zato je vrlo važno da modni dizajneri uvažavaju potrebu razumijevanja kupaca.

Za realiziranje ukupnih poslovnih i marketinških ciljeva je nužno utvrđivanje marketing strategije kao načina korištenja marketing sredstava. Putem nje se ponuda modne kompanije (proizvodni program) usklađuje sa potrebama tržišta. Uspješnost marketing strategije zavisi kako od tržišnih mogućnosti, tako i od njene povezanosti sa dizajn strategijom. Modne kompanije moraju definirati marketing strategiju polazeći od potrebe njene djelotvorne integracije sa odgovarajućom dizajn strategijom.

Dizajn strategija treba omogućiti ponudu diferenciranih, inovativnih i konkurentnih proizvoda za dati tržišni segment. Također, ti proizvodi (dizajnerska rješenja) moraju biti tehnološki izvodljivi za danu modnu kompaniju. Dizajn strategija shvaćena kao način realiziranja ciljeva dizajna u modnim kompanijama ima dakle jasnu ulogu i zadatke.

Dizajn modnih proizvoda shvaćen kao kombinacija estetskih, funkcionalnih i ergonomskih odlika proizvoda, strategijski je instrument marketing menadžera koji direktno utječe na uspješnost njihovih kompanija. Isto tako, dizajn proizvoda u taktičkom smislu predstavlja sredstvo za diferenciranje proizvoda u odnosu na konkurentske proizvode. Od dizajnera se očekuje da kreiraju nove, originalne ideje i proizvode za pojedinačne tržišne segmente koje su utvrdili marketing specijalisti. Novi proizvod kao rezultat procesa dizajniranja i razvoja je najvažniji element marketing programa i igra ključnu ulogu u strategiji marketinga. Također, dizajn je veoma važan element kreiranja brenda, što mu povećava strategijsko značenje. Svi neverbalni elementi brenda (izgled; boja; zvuk) mogu biti dizajnirani. Osim navedenog, grafički dizajn se manifestira u nazivu i simbolu proizvoda i/ili brenda. Dizajn pakiranja se tiče izgleda ambalaže, a dizajn interijera izgleda maloprodajnih objekata. Sveprisutnost dizajna se jasno uočava pri dizajniranju promotivnih poruka i oglasa, pa čak i preko odjeće prodajnog osoblja.

Dakle, marketing i dizajn predstavljaju ključne strategijske resurse modnih kompanija. Njihovo djelovanje nije samo važno kada je riječ o dizajniranju i razvoju novih proizvoda, već je i značajna karika u stvaranju lanca vrijednosti za kupce.

2. Razumijevanje marketing strategije

Marketing strategija predstavlja dio ukupne poslovne strategije kompanije. Šire gledano, marketing strategija podrazumijeva definiranje načina korištenja marketing sredstava kako bi se ostvarili utvrđeni ciljevi. Ona predstavlja odnos kompanije sa njenim okruženjem. Kako je marketing usmjeren ka okruženju kompanije, postoji značajna sličnost između ukupne poslovne strategije i marketing strategije kompanije. Kotler [1, str. 72] definira marketing strategiju kao „set poslovnih principa koje kompanija koristi da bi uslužila svoje kupce i postigla profitabilnost“. Kao takva, strategija marketinga predstavlja marketing logiku kojom se kompanija vodi kako bi ostvarila svoje marketing ciljeve (satisfakcija kupaca i/ili potrošača; zadovoljavajući profit; tržišno učešće; dugoročan rast i razvoj kompanije; niz specifičnih ciljeva zavisno od date tržišne situacije).

Svako reagiranje kompanije na zbivanje u njenoj okolini predstavlja dio marketing strategije. Putem nje se vrši usklađivanje proizvodnog programa sa potrebama tržišta. Svrha marketing strategije je razumijevanje i anticipacija aktivnosti drugih učesnika na tržištu, naročito konkurencije, dok je cilj njene primjene održavanje i uvećanje tržišnog učešća, kao i zadovoljavanje i nadmašivanje očekivanja kupaca. Uspjeh marketing strategije zavisi od tržišnih mogućnosti, ali i sposobnosti kompanije da iste iskoristi. Strategija je racionalna sve dok omogućava rast i razvoj kompanije putem zadovoljavanja potreba ciljnog tržišta.

Marketing strategiju čine dugoročne odluke na koje konkurencija ne može brzo reagirati. Drugim riječima, sastavljena je od aktivnosti koje čine poslovanje kompanije stabilnim i efikasnim. Ona usmjerava kretanje kompanije u pravom smjeru. Definiranje i realiziranje marketing strategije podrazumijeva istraživanje i faktičku operacionalizaciju marketinga. Što se tiče istraživačkih aktivnosti, one su uglavnom fokusirane na istraživanje makro okruženja, konkurencije, kupaca, izbora segmenata itd. Fina operacionalizacija, pak obuhvata planiranje i realizaciju pojedinih instrumenata marketing miksa (proizvod; cijena; promocija; distribucija) kao i prodaju.

Generalno gledajući, marketing strategija odražava način na koji kompanija uspostavlja odnos između paketa svoje ponude i profila potražnje na danom tržištu. Zato se realizacija marketing strategije dominantno bazira na uvažavanju strategije diferenciranja proizvoda, što je zadatak dizajnera i segmentacije tržišta kako bi se njihovim kombiniranjem osigurala konkurentske prednosti na tržištu.

3. Razumijevanje dizajn strategije

Dizajn strategija se definira različito od strane raznih autora. Tako, Sung i You [2, str. 187] smatraju da dizajn strategija uključuje praktičnu reakciju na dizajn inovaciju u okviru kompanija, dok Crawford [2, str. 206] smatra da ista predstavlja metodu dizajniranja novog proizvoda, koji je vođen strategijom razvoja novog proizvoda. Mozota [2, str. 209], pak, razmatra dizajn strategiju kao izbor između tri načina za postizanje ciljeva: troškovno orijentiran dizajn, dizajn orijentiran ka imidžu, fokusno orijentiran dizajn.

Yen Hsu [3] ukazuje na šest opcija dizajn strategija: snižavanje troškova proizvodnje (1); olakšavanje proizvodnje i održavanja proizvoda (2); uključivanje dodatnih vrijednosti proizvodima (3); podizanje kvalitete proizvoda (4); poboljšanje dizajna i procedura razvoja proizvoda (5); obogaćivanje fonda marketing informacija i sposobnost odgovora (6).

Općenito, strategija dizajna neke modne kompanije je način ostvarivanja dizajna ciljeva te kompanije. Pri tome su ciljevi dizajna, uobičajeno, sljedeći:

- dizajnerska rješenja (novi modeli) moraju biti planski usmjereni prema prethodno izabranom tržišnom segmentu;

- dizajniranje modela i kolekcija proizvoda koji će biti komplementarni i superiorniji od konkurentskih, moraju biti usklađeni sa tekućom i nastupajućom modom, a nekad i sa modnim hirom;
- stalna inovacija proizvoda, kako bi oni bili kvalitetniji, diferencirani i optimalni u zadovoljenju proizvođača, kupaca i društva;
- doprinos stvaranju brenda;
- dizajniranje pakiranja i ambalaže;
- dizajn interijera maloprodajnih objekata;
- kreiranje vizualnog identiteta kompanije;
- doprinos kreiranju promotivnih poruka, oglasa, kataloga, prospekata, reklamnih panoa;
- doprinos kreiranju web site-a, itd.

4. Integriranje strategije marketinga i strategije dizajna

Prethodno je navedeno da se utvrđivanje i provođenje marketing strategije u velikoj mjeri zasniva na segmentaciji tržišta i diferenciranju proizvoda. Iz danog stava proizlazi da se marketing strategija, pored segmentacije tržišta, dominantno bazira na dizajn strategiji, kao načinu realiziranja dizajn ciljeva, vezanih za diferenciranje proizvoda.

Dizajn strategija modnih kompanija se dakle najočitije manifestira preko diferenciranja proizvoda, kao njene ključne opcije. Istovremeno, diferenciranje nije imanentno samo dizajnerima, već i marketing specijalistima, pogotovo kada je riječ o promociji i kanalima prodaje.

Dakle, diferencijacija, kao povezana marketing i dizajn strategijska opcija, pruža mogućnost adekvatnog odgovora na poteze konkurentskih kompanija i očuvanje ili povećanje učešća na tržištu. Pri tom su dizajneri dužni da polazeći od prethodno utvrđenog segmenta kupaca ponude nešto različito u odnosu na konkurenciju. Tako primjerice, suvremene žene više ne prihvaćaju tradicionalno shvaćanje da su 40-te godine „srednje godine“, već žele izgledati mladenački i odijevaju se moderno. U skladu sa tim dizajneri trebaju ponuditi nov i moderan dizajn odjeće, a marketing stručnjaci moraju osuvremeniti prodajne objekte i putem promotivnih aktivnosti, kreirati mladenački i svjež imidž, njegovane, suvremene žene naših dana [4, str. 216.]

Prema Kotleru [5, str. 209],od veličine kompanije zavisi da li će izabrati strategiju tržišnog lidera, izazivača, sljedbenika ili tamponera. U svijetu dominiraju male modne kompanije. Praksa pokazuje da je za njih najdjelotvornija strategija inovacije i segmentacije na prethodno identificiranom djelu tržišta. Inovacija podrazumijeva ponudu dizajnera sa novim originalnim proizvodima, koji će kreirati nove potrebe. To će omogućiti njihovim kompanijama da budu najbrži u izlaženju u susret novim zahtjevima i željama kupaca. Nove ideje su primjenjive ne samo u dizajnu, nego i u marketing aktivnostima, kao što su promocija, kanali prodaje, i sl.

Diversifikaciju, kao strategijski dizajn i marketing opciju primjenjuju mnoge modne kompanije kada dizajniraju nove modele i kolekcije za potpuno nova tržišta. Diversifikacija može biti korak u nešto potpuno nevezano za prvobitni proizvod, mada obično ta opcija ostaje u okviru istog tipa proizvoda, kako bi se sačuvao identitet cjeline. Postoje četiri osnovna tipa diversifikacije: horizontalna; vertikalna; lateralna i diversifikacija putem licence.

Horizontalnu opciju koriste modne kompanije u situacijama kada dizajneri obogaćuju pojedine linije proizvoda novim modelima. To je za modnu industriju stalan proces, jer je potrebno zadovoljiti nove želje i potrebe kupaca. Strategiju horizontalne diversifikacije, često, koriste proizvodne i trgovinske kompanije za mušku odjeću, jer je primijećeno da su muškarci ljeniji kupci od žena, rjeđe dolaze u prodajne objekte, a kada već dođu, onda dizajneri trebaju kreirati, a marketing specijalisti ponuditi sve „od čarapa do šešira“[4, str. 214].

Vertikalnu opciju diversifikacije koriste modne kompanije kada šire svoju djelatnost ka sferi proizvodnje (odozgo nadalje), ili ka sferi prometa (odozdo prema gore).Oba načina pružaju veće mogućnosti i sinergijski efekt na relaciji kupci-marketing stručnjaci-dizajneri-kupci.

Lateralna opcija diversifikacije podrazumijeva širenje aktivnosti kompanija na potpuno različite proizvode i tržišta. Modne kompanije sa jakim imidžom ili prestižnim brendom, pojavljuju se sa proizvodima kao što su: parfemi; oprema za kuću; naočale za sunce; pribor za jelo; šamponi; cigarete; upaljači i mnoštvo drugih artikala koji nisu vezani za odijevanje. Dati proizvodi se prodaju pod zaštitnim znakom prestižne modne kompanije. Na dizajnerima tih proizvoda je važan zadatak da njihov dizajn bude usklađen sa odjevnim predmetima.

Diversifikacija putem licence, koju uspješno koriste mnoge modne kompanije, podrazumijeva kupovinu nekog poznatog imena ili marke. Tim činom se stiče pravo prodaje i proizvodnje proizvoda sa zaštićenim imenom, odnosno dizajnerskim rešenjem.

5. Zaključak

Uspješnost modnih kompanija na tržištu je nesumnjivo rezultat planskog i integriranog djelovanja marketinga i dizajna, kao ključnih poslovnih funkcija u kompanijama. Drugim riječima, njihov uspeh je posljedica adekvatnog prožimanja marketing strategije i strategije dizajna. Mnoge modne kompanije (Benetton; Versace; Eskada; Mondri; Marks & Spencer; Hugo Boss; Armani; Levi's), svoje rezultate povezuju na realiziranju integriranih strategija marketinga i dizajna [4, str. 214-218].

Utvrđivanje marketing strategije modnih kompanija se, općenito gledajući, temelji na segmentaciji tržišta i diferenciranju proizvoda, koji treba biti ponuđen na prethodno pažljivo izabrane tržišne segmente. Pri tom je diferenciranje proizvoda ključni cilj dizajn strategije. Različite strategijske dizajn opcije (diversifikacija; inovacija, itd), zahtijevaju potpunu suradnju marketinškog stručnjaka i dizajnera, jer se ne odnose samo na nove ideje vezane za proizvode, nego i na marketinške aktivnosti kao što su promocija i kanali prodaje.

Integriranom djelovanju strategije marketinga u modnim kompanijama, znatno doprinosi razumijevanje koncepta modnog marketinga. Modni marketing, kao poslovni koncept, ima za pretpostavku podjednako uvažavanje marketinga i dizajna [4, str. 12], kao aktivnosti, od kojih dominantno zavisi izlaženje u susret potrebama i željama kupaca, profit modnih kompanija i njihov opstanak na tržištu.

Literatura

- [1] Kotler, Ph.; Keller, L.K.: *Marketing Menadžment*, XII izdanje, Data Status, Beograd, (2006)
- [2] De Mozota, B.B.: *Design Management: Using Design to build Brand Value and Corporate Innovation*, Allworth Press, New York, (2003)
- [3] Hsu Yen: Design Innovation and Marketing Strategy in Successful Product Competetion, *Journal of Bussines & Industrial Marketing*, 26/4, (2011), str. 223-236
- [4] Gašović, M.: *Modni Marketing*, Institut Ekonomskih Nauka, Beograd, (1998)
- [5] Vasiljević, M.: *Dizajn-savremeni pogledi*, Beograd, (2005)
- [6] Bohdanowich, J. and Clamp, L.: *Fashion Marketing*, Routladge, London and New York, (1994)
- [7] Easey, M.: *Fashion Marketing*, Blackwell Science, London, (1995)
- [8] Best Kathryn: *The Fundamentals of Design Management*, AVA Publishing Sa Lausanne, Switzerland, (2010)
- [9] Beverland, B.M.: Managing the Design Innovation-Brand Marketing Interface: Resolving the tension between Artistic Creation and Comercial Imperatives, *Journal of Product Innovation Management*, 22, (2005), str. 193-207
- [10] Bloch H. Peter: Product Design and Marketing: Reflections after Fifteen Years, *Journal of Product Innovation Management*, 28, (2011), str. 378-370

ŠTO OČEKUJE TEKSTILNU INDUSTRIJU ULASKOM U EU?

EXPECTATIONS IN THE TEXTILE INDUSTRY AFTER ENTRY INTO THE EU?

Ante GAVRANOVIĆ

Sažetak: Svijet se dramatično izmijenio u posljednje tri godine, od velike financijske i gospodarske krize. Ekonomski, financijski i politički razvoj snažno je utjecao i na svijet mode odnosno tekstilnu industriju. Ti su događaji ubrzali ritam promjena: mjere koje treba poduzeti da bi se uhvatio ritam i što se moglo protezati na godine sada treba poduzeti odmah ili u skoroj budućnosti. U pojedinim dijelovima svijeta bilježimo boom u privrednom rastu; u drugim, uglavnom razvijenim industrijskim zemljama, taj je rast usporen. Ponašanje potrošača naginje suzdržanosti od kupovine odjevnih proizvoda, cijene sirovina rastu, a osjeća se i njihov nedostatak na tržištu. Svi ti procesi – radi se o njima – unose u redove tekstilne industrije određenu dozu nemira. O efektima tih procesa na ukupnu odjevnu industriju raspravljalo i se na 27. IAF - Svjetskoj konvenciji odjevne industrije, održano početkom godine na zasjedanju u Meksiku.

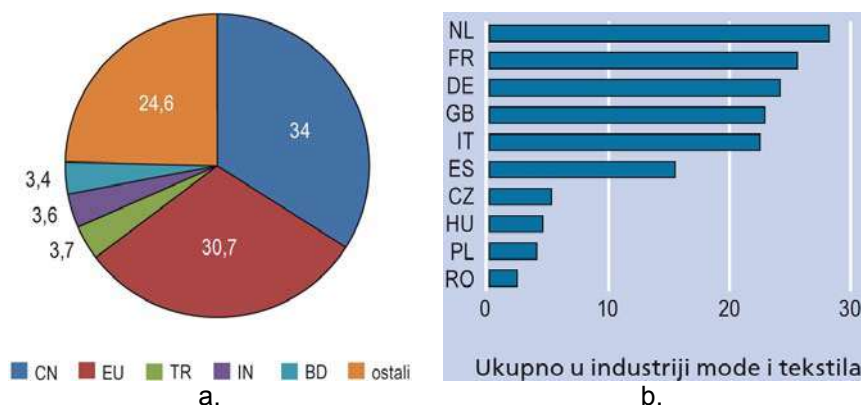
Abstract: The world has changed dramatically in the last three years since the great financial and economic crisis. Economic, financial and political development has strongly influenced the fashion world and textile industry. These events have accelerated the pace of changes: measures to be taken in order to catch the rhythm and what could extend over years ought to be undertaken immediately or in the near future. In some parts of the world a boom in economic growth has been recorded, and in other parts, mostly developed industrial countries, the growth has been slowed. Consumer behavior tends to refrain from purchasing clothing products, raw material prices rise, and their absence on the market is felt. All these processes - it is about them - bring a certain amount of unrest in the textile industry. The effects of these processes on the overall clothing industry were discussed at the 27th IAF - World Apparel Convention, held earlier this year in Mexico.

Ključne riječi: globalizacija, liberalizacija tržišta, izmještanje proizvodnje, radni uvjeti, poslovna klima, proizvod moda

Keywords: globalization, market liberalization, relocation of production, working conditions, business climate, product, fashion

1. U raljama globalnog tržišta

Tekstilna industrija, napose odjevna, pripada u proizvodne sektore koji su najviše globalizirani. Proizvodnja se najvećim dijelom odvija u zemljama u razvoju ili tranzicijskim zemljama gdje su proizvodni faktori – lokacijski, plaće i radni uvjeti – povoljniji. Primjerice, prema navodima Udruženja tekstilne industrije u Njemačkoj, 80 posto prodanih odjevnih proizvoda danas se izrađuje u zemljama istočne Europe ili na Dalekom istoku.



Slika 1: a) Udjeli u globalnom izvozu odjeće - % 2009 (izvor: WTO); b) Razlika u cijeni rada između zemalja zapadne i istočne Europe u tekstilnoj industriji (eur po satu 2008.)

Sedamdesetih godina su milijuni radnih mjesta izmješteni iz industrijskih zemalja u zemlje nižeg stupnja industrijskog razvoja. U mnogim od tih zemalja stvorene su slobodne industrijske i carinske zone s velikim pogodnostima u pogledu izgradnje odgovarajuće infrastrukture, poreznih olakšica, subvencija u pokrivanju troškova struje i vode, uz garanciju slobodnog transfera dobiti.

To je privuklo mnogobrojne proizvođače, koji su napuštali tradicionalnu proizvodnju u domicilnim zemljama, uključujući se u tokove globalnog tržišta. Sve se to radilo pod egidom da će slobodne zone pomoći razvoju strukturno slabijih regija, smanjiti nezaposlenost, poticati razvoj domaće industrije u tim zemljama te omogućiti edukaciju nove radne snage. Stručnjaci, u analizi postignutih rezultata, tvrde da su očekivanja od uspostave slobodnih zona dale rezultate samo u Kini.

Ubrzana globalizacija svjetskih koncerna i brzina promjena u modnim trendovima potiče snažnu konkurentnost među renomiranim proizvođačima. Praksa je da velike tvrtke s određenim svjetskim brandovima raspodjeljuju putem licencnih ugovora narudžbe svojim subdizajnerima, a ovi opet raspisuju natječaj za proizvodnju. Posao dobiva najniža ponuda.

Najvažnija mjerila za koncerne su niske nadnice, kvaliteta i sigurnost u rokovima isporuka. Upravo kod odjevne industrije, napose u sektoru modnih proizvoda, vrijeme proizvodnje i reakcije na trendove, drastično se skraćuju. Ono što se u Parizu ili Rimu prezentira kao novi trend može se, samo dva tjedna kasnije, pronaći kao jeftinija kopija na policama H&M ili C&A. Proizvod moda se u međuvremenu približio po svojoj 'pokvarljivosti' prehrambenim proizvodima.

Treba naglasiti da se pritisak na vrijeme i cijenu u odjevnoj industriji najvećim dijelom prenosi na – radnice. Naime, u tekstilnoj i odjevnoj industriji širom svijeta radi 80 posto žena. U posljednje se vrijeme sve češće spominju neljudski odnosi koji pritom dolaze do izražaja. I nije riječ samo o cjenovno pogodnim proizvodima; pod sličnim uvjetima odvija se najveći dio današnje svjetske modne industrije.

Tome treba dodati da su u posljednje vrijeme dramatično porasle cijene sirovina za tekstilnu i odjevnju industriju. U stručnim krugovima nameće se to kao jedna od najvećih problema za buduća kretanja u ovoj industriji.

Riječ je, prije svega, o cijeni pamuka koju proizvođači sada plaćaju i 200 posto skuplje nego 2009. Analize pokazuju da svjetskim tržištima nedostaje čak tri milijuna tona pamuka. Velike teškoće stvara i rast cijena kemijskih vlakana poput poliestera i poliamida. Teškoće se javljaju i kod nabavki kemikalija gdje cijene također rastu. Stoga se očekuje neizbježan rast cijena u konačnom proizvodu.

2. Kakvo je stanje unutar EU?

Tekstilna i odjevna industrija unutar Europske unije doživljavale su, u skladu s globalnim kretanjima branše, snažne strukturne promjene. Na to ih je prisililo više čimbenika: smanjivanje proizvodnje u domicilnim zemljama, izmještanje proizvodnje u inozemstvo, zaoštrena konkurencija.

Izlaz su potražile u novoj proizvodnoj paradigmi – okrenule su se proizvodnji visoko vrijednih, tehnički zahtjevnijih tekstilnih proizvoda. Fokus je na inovacijama i brandovima, čime je zatvoren i krug novih potrošača.

2.1 Proizvodnja tekstila u EU

U Europskoj uniji djeluje 267.000 tvrtki koje se bave tekstilom, odjećom i obućom. Zapošljavaju više od 3 milijuna ljudi, mahom žena, a sudjeluju u stvaranju BDP-a Unije sa otprilike 2,3 posto. Ostvaruje samo 1,1 posto dodane vrijednosti u realnom sektoru ekonomije.

Najveća dodana vrijednost u spomenutim djelatnostima ostvarena je u Italiji, zatim Njemačkoj, Francuskoj, Španjolskoj i Velikoj Britaniji. Dodana vrijednost u ostalim zemljama osjetno zaostaje.

Mala i srednja poduzeća pretežito su prisutna u ovim djelatnostima. Ona ostvaruju 74,5 posto ukupne dodane vrijednosti i zapošljavaju 75,3 posto ukupnog broja radnika.

Tablica 1: Top -10 dobavljača odjeće u EU (u mln eura)(Izvor: Eurostat, codes NC61+NC62)

	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	Udio	% rasta 2006./2010.
EXTRA-EUR	55.596	58.096	59.514	57.357	61.359	100,0	10,4
Kina	18.910	21.899	25.340	25.623	27.973	45,6	47,9
Turska	8.249	8.915	7.877	6.999	7.713	12,6	-6,5
Bangladeš	4.622	4.408	4.741	5.138	5.755	9,4	24,5
Indija	3.815	3.834	3.899	4.107	4.155	6,8	8,9
Tunis	2.470	2.572	2.583	2.262	2.311	3,8	-6,4
Maroko	2.373	2.545	2.393	1.997	2.091	3,4	-11,9
Vijetnam	1.028	1.129	1.248	1.198	1.339	2,2	30,2
Šri Lanka	972	1.043	1.125	1.164	1.176	1,9	21,0
Indonezija	1.426	1.196	1.122	1.088	1.035	1,7	-27,4
Pakistan	909	909	884	893	980	1,6	7,7

Produktivnost mjerena ostvarenim prihodom po radniku kreće se od 17.000 do 27.000 eura i čini samo polovinu prihoda koji ostvaruju radnici unutar EU u proizvodnim djelatnostima (prosjek je 44.000 eura). Treba naglasiti još nešto: proizvodnja tekstila u EU zadržana je samo tamo gdje je moguće da troškovi rada, u ukupnim troškovima, sudjeluju između 20-30 posto, tj. gdje se proizvodnja odvija u četiri smjene, a radnik kontrolira i posluhuje radni proces, kao u predionicama, tkaonicama i pletionicama ili u tehničkom tekstilu te u proizvodnji za potrebe autoindustrije, presvlaka, gdje gotov proizvod može podnijeti veće troškove.

2.2 Primjer njemačke tekstilne i odjevne industrije

Prikazat ćemo taj trend na primjeru njemačke tekstilne i odjevne industrije, koja je vodeća unutar EU. U najjačoj ekonomskoj sili Europe tekstilna industrija, koju pretežno čine mala i srednja poduzeća, predstavlja drugu po snazi prerađivačku industriju robe široke potrošnje, odmah iza prehrambene industrije. U prvom tromjesečju 2011. ostvarila je ukupan promet u vrijednosti 4,4 milijardi eura i ostvarila 1,1 posto BDP-a.

U međunarodnim usporedbama Njemačka pri izvozu tekstilnih proizvoda zauzima treće mjesto, nakon Kine i Italije. Kod uvoza zauzima drugo mjesto, odmah iza SAD koje su najveći svjetski uvoznik. U posljednjih 40 godina tekstilna industrija ove zemlje uspjela je izvoz svojih proizvoda povećati sa 10 posto (1970) na 44,5 posto (prvo tromjesečje 2011). Ukupni udio tekstilne industrije u ukupnom izvozu njemačke prerađivačke industrije iznosi otprilike 2,5 posto. No, pretežno je to rezultat izvoza tehničkog tekstila (gdje je Njemačka vodeća zemlja), a sve manje izvoza odjevnih proizvoda, iako indeks poslovne klime ukazuje na ponovni uspon i ovih proizvoda.

Tablica 2: Top -10 izvoznih tržišta odjeće u EU (u mln eura)(Izvor: Eurostat, codes NC61+NC62)

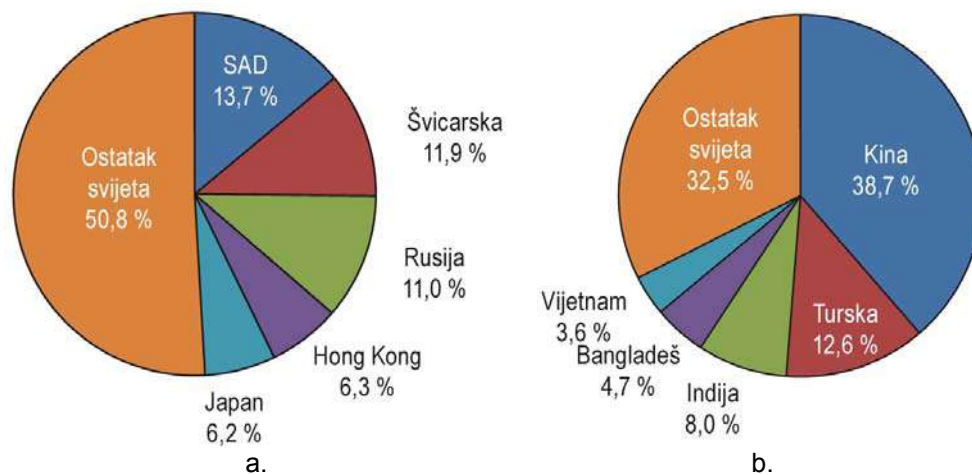
	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	Udio	% rasta 2006./2010.
EXTRA-EUR	15.382	16.624	17.355	14.505	15.133	100,0	-1,6
Švicarska	2.695	2.828	2.934	2.737	2.858	18,9	6,1
Rusija	2.214	2.779	3.100	2.192	2.197	14,5	-0,8
SAD	2.056	2.001	1.790	1.310	1.504	9,9	-26,8
Japan	1.226	1.134	1.050	933	976	6,4	-20,4
Hong Kong	620	729	787	625	844	5,6	36,3
Norveška	674	711	741	647	624	4,1	-7,5
Turska	418	467	573	653	606	4,0	45,2
Ukrajina	405	529	597	394	420	2,8	3,6
Kina	147	179	241	280	367	2,4	149,1
U.A. Emirati	354	441	531	424	341	2,3	-3,7

Treba imati na umu da je od 2009. tržište tekstila i odjevnih predmeta potpuno liberalizirano. Ograničenja koja su bila uspostavljena sporazumom EU i Kine (2005) oko određenih kvota prestala su važiti već krajem 2007. Iako su njemačka tekstilna poduzeća nakon toga povećala svoj izvoz u Kinu čak 21,7 posto (u prvom tromjesečju 2011), nerazmjernost je jednostavno neprihvatljiva: izvoz u Kinu iznosi samo 2,8 posto onoga što se iz

Kine izvozi u Njemačku. To upozorava da se njemačka i tekstilna i odjevna industrija moraju u punoj mjeri orijentirati na daljnje jačanje svoje konkurentnosti i iskorištavanje svojih tehničko-tehnoloških prednosti.

Proširena EU pruža dodatne mogućnosti da se proizvodnja i promet postave drukčije. To se prije svega odnosi na proizvodna odredišta, geografsku blizinu, kratke rokove isporuke i tradicionalnu kooperaciju između isporučitelja i korisnika u europskom privrednom prostoru. Pokazalo se da samo niske cijene koje se postižu u dalekoistočnim zemljama ne mogu kompenzirati sve faktore koji su potrebni za opstanak ove industrije.

Strukturne promjene mogu se brojčano izraziti: proizvodnja je između 1991. do 2010. vrijednosno opala za otprilike 70 posto. Odjevna industrija je zabilježila čak pad od 85 posto, dok je ostala tekstilna industrija pretrpjela gubitke od oko 50 posto. U tim relacijama opadao je i broj proizvodnih pogona kao i broj zaposlenih. Njemačka tekstilna i odjevna industrija zapošljavala je 2000. godine 185.195 zaposlenika, da bi njihov broj u 2010. pao na samo 80.986. Najznačajniji pad osjeća se upravo u odjevnoj industriji, gdje broj zaposlenih sada iznosi 28.686 zaposlenika.



Slika 2: Prema izvoru Eurostat (Comext): a) EU – izvoz; b) EU – uvoz

Prenesemo li te trendove na ukupni prostor Europske unije proizlazi da u tri mnogoljudne industrijske grane – tekstilnoj, obućarskoj i kožarskoj industriji – radi otprilike 3,2 milijuna radnika što čini 9,3 posto svih zaposlenih u prerađivačkoj industriji EU. U 250.000 tvrtki, mahom malih, one ostvaruju ukupan prihod od 240 milijardi eura i time oko 4 posto ukupnog BDP-a unutar EU. Same te brojke pokazuju kakav je to ekonomski izazov održavanje ove industrije i njeno jačanje, ali istodobno i kakva se socijalna opasnost za sva buduća kretanja krije u neizvjesnoj sudbini tekstilne i odjevne industrije u raljama globalizacije.

Tablica 3: Razmjena tekstita i odjevnih predmeta EU-SVIJET (u mln eura) (Izvor: Eurostat)

	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	% rasta 2006./2010.
Tekstil i odjeća						
Uvoz	77.049	80.414	80.577	75.010	83.102	7,9
Izvoz	35.238	36.521	36.268	30.511	32.888	-6,7
Razlika	-41.811	-43.892	-44.309	-44.499	-50.214	20,1
Tekstil (cod NC 50-60 + 63)						
Uvoz	21.453	22.318	21.063	17.653	21.742	1,4
Izvoz	19.856	19.898	18.913	16.006	17.755	-10,6
Razlika	-1.596	-2.420	-2.150	-1.647	-3.987	149,8
Odjeća (cod NC 61+62)						
Uvoz	55.596	58.096	59.514	57.357	61.359	10,4
Izvoz	15.382	16.624	17.355	14.505	15.133	-1,6
Razlika	-40.215	-41.473	-42.159	-42.852	-46.226	14,9

Ukupna vrijednost izvoza tekstita iz Europske unije iznosila je u 2010. godini 33,8 milijardi eura, da bi uvoz dosegao 83,7 milijardi. To znači da izvoz pokriva samo 44,4 posto uvoza. Udio EU u svjetskom izvozu iznosi

samo 3,6 posto, jer se najveći dio izvoznih rezultata odnosi na razmjenu unutar zemalja EU (Intra-EU Trade). Najveća tržišta izvan EU su Švicarska, Rusija, SAD, Turska i Tunis.

3. Što očekuje Hrvatsku ulaskom u EU?

S Hrvatska odjevna industrija godinama se sučeljava s problemima globaliziranog tržišta. U toj utakmici mnoga su poduzeća pokleknula, a samo ih je mali broj uspio prilagoditi svoju proizvodnu i poslovnu politiku sve zaoštrenijim uvjetima poslovanja. Naime, pred hrvatske tvrtke se, kao i kod tvrtki unutar EU, postavljaju nova strateška usmjerenja u pogledu ulaganja u marketing, tehnološki razvoj, razvoj vlastitih marki te u razne kanale distribucije. Mnoga poduzeća ne mogu podnijeti taj teret zbog pomanjkanja potrebnih sredstava, ali i zbog izrazito nepovoljnog položaja tekstilne industrije u našem privrednom sustavu. Prevelika opterećenja, osobito parafiskalna, onemogućuju stvaranje potrebne dobiti koja bi se dalje ulagala u tehnološke novitete i potrebne marketinške aktivnosti.

Hrvatska tekstilna industrija doživjela je posljednjih godina snažne udare. Spomenimo samo da je još u 2000. godini u tekstilnoj i odjevnoj industriji u Hrvatskoj radilo 42.179 zaposlenika, da bio u kolovozu 2011. taj broj iznosio samo 21.639 zaposlenika. Usporedo sa smanjenjem broja zaposlenih opadala je i vrijednost izvoza. Dok je tekstilna industrija, napose odjevna, bila godinama perjanica ukupnog hrvatskog izvoza, posljednjih godina se škare između izvoza i uvoza stalno šire u korist uvoza. Dok je, recimo razlika između izvoza i uvoza u 2005. iznosila 181,342 milijuna USD, ona se u 2009. popela na 443,177 milijuna. Proizvodnja i dalje pada, a mnogih vrsta tekstilnih proizvoda više se ne radi. Strani kupci ugovaraju manje količine odnosno narudžbe u Lohn-poslovima.

Sada se u punoj mjeri odražavaju unutarnje slabosti nekih tvrtki koje nisu na vrijeme pristupile restrukturiranju, a posebno nisu dostatnu pozornost posvetile proučavanju tržišta i prilagođavanju svojih proizvodnih i marketinških kapaciteta tim promjenama. Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva usvojilo je (2007) Strategiju razvoja tekstilne i odjevne industrije u Hrvatskoj. Ona se zasniva na stalnom procesu repozicioniranja ove industrijske grane s osnovnim ciljevima da se promjeni struktura proizvodnje prema višim kvalitetnim cjenovnim razredima, stalno obnavljanju proizvodnih procesa uz primjenu inovacija i proširenje vlastitog znanja. Dugoročniji izlaz MINGORP vidi u prilagođavanju kadrovske strukture, zbrinjavanju tehnološkog viška i organizaciji klastera unutar tekstilne branše. Razrađeni program trebao bi se ostvariti u razdoblju od 2008. do 2015. Međutim, u posljednje tri godine tvrtke dolaze u još nepovoljniji položaj, posebno tvrtke odjevne industrije. Narušava im se financijska stabilnost i likvidnost, što uz trajni problem popunjavanja proizvodnih kapaciteta, otvara nove mnogobrojne probleme – ekonomske i socijalne. Hrvatske tvrtke koje su uspjele provesti određene strukturne promjene, a posebno modernizirati proizvodne procese novom opremom i postupcima nešto se lakše snalaze u tim novim okolnostima. Čak su pokazale i više fleksibilnosti u trenucima otkazivanja suradnje sa strane inozemnih kupaca. Za neke, međutim, realni izlazi se ne naziru. Potpore koje MINGORP daje tvrtkama tekstilne industrije očito ne zadovoljavaju potrebe u tom pogledu. U posljednje vrijeme čak su i smanjene, upravo suprotno naraslim potrebama.

Situacija u hrvatskoj tekstilnoj, odjevnoj i kožarskoj industriji u posljednjih nekoliko godina, strahovito se pogoršala. To se poglavito odnosi na proizvodnju muške i ženske konfekcije, gdje je učešće ljudskog rada u stvaranju proizvoda preko 80 posto. Drugim riječima, radnik mora aktivno raditi na izradi proizvoda "kao klasična krojačica". Pomnija analiza cjelokupnog rada pokazala bi da samo oko 43 posto radnik-"klasična krojačica" troši vrijeme na šivanje. Preostalih 57 posto radnog vremena potroši na pripremu i upoznavanje predmeta rada (odijelo, sako, hlače ili jakna), jer su modeli različiti, s mnogim pojedinostima, malim serijama i ne može se raditi kao na traci. Iz tog razloga je sama proizvodnja skupa, jer za šivanje kvalitetnog muškog odijela treba cca 180 minuta ili 3 sata. Dodajmo tome da se recimo muško odijelo sastoji od 174 dijela i ukupno sadrži 168 raznih operacija, pa dobivamo nešto cjelovitiju sliku oko rada u odjevnoj industriji.

Iako sam posao nije težak; on je, međutim, zamoran, traži veliku preciznost, jer ne smije biti odstupanja većeg od 1 mm. Kako bi se ipak osigurala konkurentnost na europskom i domaćem tržištu, ceh takvog rada odražava se na niskim plaćama. Cijenu takve konkurentnosti plaćaju, uglavnom, radnici.

Sa žaljenjem moramo konstatirati da, nažalost, svi tehnički i tehnološki izumi nisu bili primjenjivi u proizvodnji strojeva za konfekcijsku proizvodnju. U toj djelatnosti nema robotizacije i mogućnosti visokog fronta posluživanja automata i polurobota. Sav se posao svodi na dobro obučene djelatnike-"klasične šnajderice", te stručnog osoblja, koje organizira i prati takvu proizvodnju. Zbog takvog stanja, postepeno se osjeća i pomanjkanje stručnih kadrova, koji mogu proizvodnju za inozemstvo, tzv.Lohn poslove, uopće organizirati. Pritom treba razbiti zabludu, jer klasični oblik Lohn-a, tj. samo šivanja, skoro i da ne postoji. On se sveo na poslovnu suradnju sa stranim firmama "na višem nivou", u kojem domaće tvornice sudjeluju u kreiranju, konstrukciji i ispitivanju funkcionalnosti odjevnih predmeta, kroz izrade velikog broja komada prototipa, kako bi se došlo do modela koji svojom funkcionalnošću može zadovoljiti sve potrebe kupaca.

Sve to dovodi do smanjenja konkurentnosti domaće odjevne industrije. Troškovi rada postali su preveliki, budući da ne radimo u istim uvjetima kao naša konkurencija: prevelika su davanja iz i na plaću, plaćene stanke koje iznose čak 6,3 posto radnog vremena, naknade za bolovanja do 42 dana, kao i sezonskog karaktera proizvodnje, što traži veliku fleksibilnost radnog vremena i preraspodjelu istog.

Nažalost, konkurencija na domaćem tržištu, posebno dolaskom stranih trgovačkih centara, još je povećana, jer se u istima prodaje preko 90 posto robe stranog porijekla, a najviše iz zemalja Dalekog istoka. Ovi objekti suvremeno su projektirani za sva godišnja doba, s atraktivnim radnim vremenom kroz cijele dane, a i praznike, pružaju ugodnu zabavu posjetiocima te pozitivno djeluju na kupovinu. Ovi objekti preuzeli su "šetače" i kupce iz gradskih centara i smanjili kupovinu u domaćim trgovinama, što dovodi do zatvaranja i propadanja istih. Ova tendencija u posljednje vrijeme uzima velike i opasne razmjere, što vrlo negativno djeluje na domaće proizvođače, pogotovo muške i ženske odjeće, a i sve oblike trgovina, od malih, srednji i velikih firmi.

4. Zaključno

Svjetska kriza, koja se desila krajem 2008. i 2009. godine, ovoj djelatnosti donijela je veliku štetu, koju mi u našoj zemlji nismo dovoljno valorizirali, pa je to izazvalo propadanje velikog broja firmi i dovelo da se prodaja muških odijela u Hrvatskoj smanjila za 40-45 posto, a na europskom nivou za cca 15 posto, što će dovesti do nove krize ove djelatnosti tokom 2012. godine.

Ulaskom Hrvatske u Europsku uniju problemi se zaoštavaju. EU godinama traži rješenje, ekonomsko i socijalno, za ogroman broj zaposlenika u ovoj djelatnosti. Postoji realna mogućnost čvršće i šire kooperacije unutar zemalja EU – što se već nazire kao realna alternativa globalnim kretanjima – ali partneri u razvijenim zemljama traže nižu cijenu rada za ukupnu uslugu. Najčešće se cijena određuje prema vremenskom normativu izrade pojedine usluge. Hrvatski tekstilci su u tom pogledu najčešće nekonkurentni.

Koja po(r)uka iz toga proizlazi? Uzdam se u svoje kljuse! To znači i daljnje zaoštavanje uvjeta privređivanja, u kojem proizvođači odjevnih predmeta imaju vrlo malen manevarski prostor, najčešće na uštrb plaća zaposlenika. One tvrtke koje će uspjeti povećavati dodanu vrijednost imaju šansu opstanka.

Europska komisija je potkraj 2010. izradila studiju "An integrated industrial policy for the globalisation era" (Integralna industrijska politika za eru globalizacije). Studija navodi da odjevna industrija ipak ima svoju šansu. Tek će primjena te integralne politike pokazati o čemu je riječ i kako se hrvatska odjevna industrija uklapa u ta očekivanja.

Literatura

- [1] Euratex: The industry reaction to the economic crisis, *Dostupan na* <http://www.tex-wewb.eu>, *Pristupljeno:* 2011-09-09
- [2] ...: Economic Reports and Statistics, Euratex Bulletin's 01, 02, 03 & 04, (Godina izdavanja 2010)
- [3] ...: European Research and Innovation Policies, 7th Framework Programme, (FP7)
- [4] Deutsche Bank Research: Textil und Bekleidungsindustrie, (srpanj 2011)
- [5] ...: Die wirtschaftliche Lage der Textilindustrie, studija Kammer fuer Arbeiter und Angestellte fuer Wien, (siječanj 2011)
- [6] ...: Globale Verschiebung der Textilindustrie in den letzten vierzig Jahren, *Dostupan na* <http://www.Culture-and-development.info/issues/mehrtext.htm> *Pristupljeno:* 2011-09-10
- [7] ...: Textil und Bekleidung, *Dostupan na* <http://www.Bmwi.de/BMWI/Navigation/Wirtschaft/branchenfokus, did=196528?view> *Pristupljeno:* 2011-09-11
- [8] ...: Tekstilna industrija na koljenima, izgubljeno 100.000 radnih mjesza od 1990, Slobodna Dalmacija, Split, (7. travnja 2010)
- [9] ...: Tekstilci zakinuti za državne potpore, Poslovni dnevnik, Zagreb, (9. rujna 2011)

EKONOMSKA OCJENA STANJA TEKSTILNE I ODJEVNE INDUSTRIJE U REPUBLICI HRVATSKOJ

ECONOMIC EVALUATION OF THE CURRENT SITUATION IN CROATIAN TEXTILE AND CLOTHING INDUSTRY

Alica GRILEC KAURIĆ; Ratko ZELENKA; Darko UJEVIĆ; Miroslav TRATNIK & Vesna CVITANOVIĆ

Sažetak: Hrvatska tekstilna i odjevna industrija bilježi negativne rezultate 2010. godine. Unatoč velikom potencijalu, ekonomski pokazatelji ponovno bilježe negativne trendove unutar ove industrije. Ovaj rad ima za svrhu proučiti i analizirati stanje u tekstilnoj i odjevnoj industriji Republike Hrvatske te predložiti poziciju hrvatske tekstilne i odjevne industrije u realnom sektoru. U ovom radu korišteni su sekundarni (istraživanje za stolom) izvori podataka, dok su kao znanstvene metode korištene: metoda analize i sinteze, induktivna i deduktivna metoda, te metode dokazivanja i opovrgavanja.

Abstract: Croatian textile and clothing industry recorded negative results in 2010. Despite great potentials, economic indicators re-recorded negative trends within the industry. This work has the purpose to examine and analyze the situation in the textile and garment industry, as well as to give conclusions about the position of the Croatian textile and clothing industry and its prospects of future development. In this paper secondary (desk study) data sources were used, while the scientific methods that were used are: the method of analysis and synthesis, inductive and deductive methods, and methods of proof and disproof.

Ključne riječi: tekstilna i odjevna industrije, Republika Hrvatska, ekonomska ocjena stanja

Keywords: textile and apparel industry, Republic of Croatia, economic evaluation of the situation

1. Uvod

Tekstilna i odjevna industrija u Republici Hrvatskoj nalazi se u kompleksnom i nepovoljnom stanju te unatoč poticajima od strane države ne izlazi iz krize. Svakodnevno se spominju otpuštanje radnika, smanjenje plaća kao i zastarjelost tehnologija u tekstilnim i odjevnim poduzećima kao glavni problemi ove industrije. Istraživanja koja su dosad provedena (Ekonomski institut, 2007., Bunić, 2004., Butorac, 2007.) predlažu proizvodnju proizvoda veće dodane vrijednosti i vlastite marke proizvoda, promjene u ljudskim potencijalima kao i okrupnjavanje poduzeća, tržišno repositioniranje koje će pratiti mogućnosti industrije. Za sva predložena rješenja potrebno je ulaganje financijskoga kapitala kojim industrija u ovom trenutku ne raspolaže. Početak nastanka problema nalazi se u 1990-tim godinama u kojima započinje problematična povijest hrvatske tekstilne i odjevne industrije. Raspadom bivše Jugoslavije izgubljeno je tržište zaštićeno protekcionističkim mjerama s više od 22 milijuna potrošača. Ovakvo predugo poslovanje u socijalističkom, planskom umjesto u tržišnom gospodarstvu rezultiralo je pomanjkanjem vlastitog dizajna i marki. Poduzeća su započela svoju orijentaciju na doradne poslove za strane naručitelje većinom iz Europske unije kako bi sačuvala pogone. U vrlo kratkom periodu porasle su plaće i istovremeno su se otvorila tržišta Srednje i Istočne Europe s nižom cijenom rada, te su se i doradni poslovi preselili iz Hrvatske u Poljsku, Češku, Mađarsku i Rumunjsku [1].

2. Pregled stanja tekstilne i odjevne industrije u Republici Hrvatskoj

Godine 2009. u tekstilnoj i odjevnoj industriji Republike Hrvatske poslovalo je 708 poduzeća (200 poduzeća u tekstilnoj i 508 u odjevnoj industriji) koja su ostvarila prihod od 4,936 milijarde kuna (tekstilna industrija 1,15 milijarde kuna, a odjevna 3,78 milijarde kuna) prema podacima Hrvatske gospodarske komore (HGK, 2010). Udio primarne tekstilne industrije (C 13) u prihodu bio je 23%, a odjevne industrije (C 14) 67%. Distribucija poduzeća po veličini¹ iznosila je: 662 mala poduzeća, 40 srednjih i 6 velikih poduzeća [2]. Uspoređujući 2009. i 2010. godinu tekstilna i odjevna industrija bilježe smanjenje u proizvodnji. Odjevna

¹ Kriterij distribucije prema veličini je broj zaposlenih u poduzeću.

industrija bilježi pad od 5,9% dok primarna proizvodnja tekstila bilježi porast od 11,6%. Indeksi proizvodnje prikazani su u tablici 1.

Tablica 1: Industrijska proizvodnja – indeksi proizvodnje 2009. i 2010. godine.

	Verižni indeksi	
	2009 2008	2010 2009
C 13 Proizvodnja tekstila	96,9	111,6
C 14 Proizvodnja odjeće	79,9	94,1

Izvor: EURATEX, 2011/1, str. 111.

Zbog lošeg stanja primarne proizvodnje u tekstilnoj industriji proizvođači tekstila i odjeće uvoze 90% sirovina. Rezultat je carina od 14% prilikom izvoza tekstilnih i odjevnih proizvoda u Europsku uniju [3]. Nakon odobrenja Europske komisije u listopadu 2010. godine, započete su procedure za olakšanje pristupa na trideset i tri tržišta ukidanjem spomenutih carina.

Vanjskotrgovinska razmjena i ukupno poslovanje prikazani su u tablici 2. Zaključuje se da je, iako neznatno, ipak prisutno smanjenje uvoza u 2010. godini što je nakon 2008. godine druga godina s padom uvoza [4].

Tablica 2: Vanjskotrgovinska razmjena i ukupno poslovanje poduzeća tekstilne i odjevne industrije; kune u 000

	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.*
Ukupni prihod	5.631.156	5.424.723	5.462.006	5.425.487	4.936.613	-
Uvoz	4.503.240	5.182.637	6.503.312	7.043.488	5.600.563	5.296.535*
Izvoz	3.542.128	3.403.840	3.790.666	3.957.772	3.251.723	3.215.475*

Izvor: Prema HGK*, 2010. prema DZS (www.hgk.hr – 10.02.2011.). (Pretvoreno u kn prema srednjem tečaju Hrvatske narodne banke 13.07.2011. 1\$=5,3 Kn); *EURATEX, 2011/1

Ukoliko se uvoz i izvoz analiziraju posebno prema proizvodnji tekstila i prema proizvodnji odjeće, zaključuje se kako proizvodnja tekstila bilježi povećanje izvoza u 2010. godini, dok je u proizvodnji odjeće stanje nepromijenjeno u odnosu na 2009. godinu. Proizvodnja odjeće bilježi smanjenje uvoza tekstila i smanjenje uvoza odjeće. Rezultati su prikazani u tablici 3. Vrlo je velika razlika između izvoza i uvoza 2010. godine. i stvoren je deficit od 2.081.059.000 kn. Važno je naglasiti da se većina izvoza u tekstilnoj i odjevnoj industriji sastoji od doradnih poslova za Europske klijente. Udio tekstilne i odjevne industrije u ukupnom izvozu prerađivačke industrije iznosi 5,45%.

Tablica 3: Uvoz i izvoz tekstila i odjeće 2008.- 2010. godine u 000 kuna

Industrija-grana	Izvoz			Uvoz		
	2008.	2009.	2010.	2008.	2009.	2010.
C 13 Proizvodnja tekstila	705.979	584.388	598.276	2.808.903	2.261.566	2.216.918
C 14 Proizvodnja odjeće	2.956.329	2.621.518	2.617.199	3.670.309	3.279.763	3.079.617

Izvor: EURATEX, 2011/1, str. 112.

Tablica 4 prikazuje kretanje cijena tekstilnih i odjevnih proizvoda. Proizvođačke cijene tekstilnih proizvoda su 2010. godine bilježile porast od 11%, dok su cijene odjevnih proizvoda iste godine bilježile mali pad od 1,1%. Cijene se prikazuju u indeksima radi metodološke ispravnosti [5].

Tablica 4: Proizvođački indeksi cijena tekstilnih i odjevnih proizvoda 2009. i 2010. godine

Grana industrije	Verižni indeksi	
	2009.	2010.
C 13 Proizvodnja tekstila	99,8	111,0
C 14 Proizvodnja odjeće	101,7	98,9

Izvor: EURATEX, 2011/1, str. 113.

Prema Aniću et al., doradnim poslovima popunjeno je 80-95% proizvodnih kapaciteta te se njima ostvaruje izvoz. Udio prihoda od prodaje vlastitog proizvoda u ukupnom prihodu 2005. godine iznosio je 17,4%, a udio od prodaje doradnih proizvoda 82,6% [6].

Godine 2009. u tekstilnoj i odjevnoj industriji bilo je 22.447 zaposlenih, od toga 17,30% u tekstilnoj, a 83,79% u odjevnoj industriji. Broj zaposlenih 2010. godine smanjio se na 21.500 zaposlenih, a u četvrtom mjesecu

2011. godine broj zaposlenih je porastao na 21.700. Kretanje broja zaposlenih u tekstilnoj i odjevnoj industriji od 2008. do 2011. godine prikazano je u tablici 5.

Tablica 5: Broj zaposlenih u pravnim osobama u 000 prema NKD- 2007. u 000

Djelatnost	Broj zaposlenih			
	XII 2008.	XII 2009.	XII 2010.	IV 2011.
C Prerađivačka industrija	244,7	222,5	216,4	214,5
C 13 Proizvodnja tekstila	4,7	3,8	4,2	4,3
C 14 Proizvodnja odjeće	21,1	18,6	17,3	17,4

Izvor: HGK*, 2010. prema DZS (www.hgk.hr – 10.02.2011.) i DZS (Mjesečno statističko izvješće, Zagreb 2011,28)

Godine 1990. bilo je 83.200 zaposlenih u tekstilnoj i odjevnoj industriji, što je u odnosu na 21.500 zaposlenih u prosincu 2010. godine, vrlo velika razlika u zaposlenosti ove industrije. Također se očekuje daljnje smanjenje broja zaposlenih, posebno u odjevnoj industriji.

Prikaz zaposlenih u tekstilnim i odjevnim poduzećima prema stupnju stručnog obrazovanja prikazan je u tablici 6. Većina zaposlenih je srednjeg obrazovanja koje podrazumijeva završenu srednju školu.

Tablica 6: Zaposleni u pravnim osobama i stupnju stručnog obrazovanja, 2008. godine

	Ukupno	Stupanj stručnog obrazovanja					
		Visoko			više	srednje	niže
		ukupno	doktori	magistri			
Proizvodnja tekstila	7.853	292	1	5	381	3.647	203
Proizvodnja odjeće	19.378	424	-	3	718	7.604	750

Izvor: DZS, 2009., str. 122-123.

Plaće u tekstilnoj i odjevnoj industriji prikazane su u tablicama 6 i 7. U usporedbi s 2008. godinom, plaće su porasle. Uspoređujući 2009. i 2010. godinu nema većih promjena, a porast je zabilježen jedino u plaćama u proizvodnji tekstila. U tekstilnoj i odjevnoj industriji nedostaje radnika, te je sve teže pronaći radnike koji su voljni raditi u ovoj industriji.

Tablica 7: Prosječne bruto plaće po osobi

Grana industrije	Prosječna bruto plaća po osobi u poduzeću			
	U kunama			
	XII 2009.	Prosjek 2009.	XII 2010.	Prosjek 2010.
C 13 Proizvodnja tekstila	4.493	4.459	4.418	4.480
C 14 Proizvodnja odjeće	3.854	3.759	3.840	3.724

Izvor: EURATEX, 2011/1, str.114., prema DZS

Prosječna isplaćena neto plaća u Republici Hrvatskoj 2009. godine iznosila je 5.311 kn, dok je u prerađivačkoj industriji iznosila 4.625 kn. Plaće u proizvodnji tekstila i proizvodnji odjeće manje su od prosječne plaće u Republici Hrvatskoj i od prosječne plaće u prerađivačkoj industriji [7]. Plaće su prikazane u bruto i neto iznosu jer se želi jasno prikazati trenutno stanje s obzirom na tendenciju ekonomske politike «nove vlade» da se poveća neto plaća rasterećenjem izdvajanja iz bruto plaća što će automatski povećati kupovnu snagu stanovništva.

Tablica 8: Prosječne neto plaće po osobi

Grana industrije	Prosječna isplaćena plaća po osobi u poduzeću			
	U kunama			
	XII 2009.	Prosjek 2009.	XII 2010.	Prosjek 2010.
C 13 Proizvodnja tekstila	3.308	3.270	3.297	3.320
C 14 Proizvodnja odjeće	2.849	2.783	2.875	2.787

Izvor: EURATEX, 2011/1, str. 114., prema DZS

Ukupne investicije u tekstilnu i odjevnu industriju odnose se na kupnju nove tehnološke opreme. Izdatci za odjeću i tekstilne proizvode hrvatskih kućanstava prikazani su u tablici 8. Zaključuje se kako je potrebno potaknuti svijest hrvatskih potrošača o proizvodima hrvatske tekstilne i odjevne industrije, a same proizvode

učiniti konkurentnijima na tržištu. Privatnih kućanstava u Republici Hrvatskoj ima 1.535.635 [8] te se pretpostavlja tržišni potencijal Republike Hrvatske za tekstilni i odjevni sektor od oko 6 milijuna kn [9].

Tablica 9: Izdaci za potrošnju, godišnji presjek po kućanstvu

	PROSJEČNI GODIŠNJI IZDACI ZA POTROŠNJU PO KUĆANSTVU					
	Kune			Struktura, %		
	2007.	2008.	2009.	2007.	2008.	2009.
Tekstilni proizvodi za kućanstvo	205	183	211	5,10	4,59	5,31
Odjeća	4.120	4.181	3.908	70,22	70,83	70,39

Izvor: DZS 2010., www.dzs.hr

3. Zaključak

U 2011. godini nastavlja se krizno razdoblje u kojem se nalazi hrvatska tekstilna i odjevna industrija. Nema naznaka izlasku iz krize niti u 2012. godini. Temeljem dosadašnjih gospodarskih kretanja zaključuje se kako je potrebno usmjeriti sve napore na mikro i makro razini te pronaći model za opstanak i prekid negativnog trenda u poslovanju ove industrije. Na razini poduzeća potrebne su revizije postojećeg načina upravljanja i analiza poslovanja kako bi se uočili kritični čimbenici u poslovanju. Na makro razini potrebni su i daljnji poticaji koji bi omogućili ulaganja u istraživanja i razvoj u svrhu napretka u samim poduzećima. Držimo kako je postizanje veće dodane vrijednosti moguće temeljiti na vertikalnom klsterskom načinu organiziranja tekstilne i odjevne industrije što se pokazalo za hrvatske prilike vrlo uspješnim klsterskim načinom organiziranja u drvno-prerađivačkom sektoru Republike Hrvatske. Vrlo je važna i potrebna sinergija između poduzeća tekstilne i odjevne industrije i Tekstilno tehnološkog fakulteta kao važne znanstvene ustanove koja osim pomoći u savjetima, istraživanjima i razvoju, osigurava i kvalitetan kadar koji je tekstilnoj i odjevnoj industriji trenutno vrlo potreban i bez kojeg daljnji opstanak neće biti moguć. Tekstilna i odjevna industrija ima veliki potencijal za uspjeh i nužno je uložiti napore za njen daljnji razvoj i opstanak kao i uvažiti njenu sposobnost zapošljavanja velikog broja stanovnika i njen potencijal da sudjeluje u BDP-u. Ovaj rad može biti podloga budućim istraživanjima promjena u ekonomskim pokazateljima poslovanja tekstilne i odjevne industrije.

Literatura

- [1] Bunić, Ž.: Nepovoljna industrijska struktura i nerazvijen klaster – razlozi krize hrvatske tekstilne i odjevne industrije, *Tekstil*, Hrvatski inženjerski savez tekstilaca, Vol 53 (2004) 2, 75-76
- [2] EURATEX BULLETIN, Situation in the Textile and Clothing Industry in the Year 2010 and Outlook for 2011, Brussels, (2011) 1
- [3] Poslovni dnevnik (2011), Tekstilci napokon bez carina?, *Dostupan na:* <http://www.poslovni.hr/vijesti/tekstilci-napokon-bez-carina-za-eu-169166.aspx>, *Pristupljeno:* 10.07.2011.
- [4] HGK (2010), Proizvodnja tekstila i odjeće, Hrvatska gospodarska komora, Zagreb
- [5] Tratnik, M.; Stracenski Kalauz, M.: Više o formiranju cijena u tekstilnoj i odjevnoj industriji u: Sezonalnost cijena u sektoru tekstila, odjeće, obuće i kožnih dodataka, *Tekstilna znanost i gospodarstvo*, Bischof Vukušić S., 61-67 978-ISBN: 953-7105-23-526, 01.2008 Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb (2008)
- [6] Anić i sur.: Ekonomski aspekti razvitka industrije tekstila i odjeće u Republici Hrvatskoj, (Zagreb: Ekonomski Institut Zagreb, Hrvatsko društvo ekonomista), (2008) 140
- [7] DZS (2010): Statistički ljetopis 2010, Državni zavod za statistiku, *Dostupan na:* www.dzs.hr
- [8] Ibid.
- [9] Zelenika, R.; Grilec Kaurić, A.: Ocjena ekonomskog položaja tekstilne i odjevne industrije u Republici Hrvatskoj, *Ekonomska misao i praksa*, XX (2011) 2, 553

UTJECAJ PLANA PROIZVODNJE I AKTIVNOSTI POSLUŽITELJA TKALAČKIH STROJEVA NA PRODUKTIVNOST

IMPACT OF THE PRODUCTION PLAN AND THE ACTIVITIES OF THE WEAVING MACHINE OPERATOR ON PRODUCTIVITY

Željko KNEZIĆ; Željko PENAVALA & Miroslav TRATNIK

Sažetak: Ljudski rad još uvijek je važna komponenta u ostvarivanju produktivnosti u tekstilnim tvornicama. Tkalački strojevi karakterističan su primjer kako se kroz povijest razvojem tehnologije i primjenom tehničkih dostignuća smanjivao utjecaj „ljudskog faktora“ na stupanj njihovog iskorištenja, smanjenje utroška energije, ali i na ukupnu produktivnost. Poslužitelj stroja, educirana i pravično motivirana osoba, svojim aktivnostima treba omogućiti nesmetan rad stroja, spriječiti neplanirani zastoj, a ako do zastoja dođe, treba ga u što kraćem vremenu ukloniti. Kvalitetnim planom proizvodnje, pravilnim postupcima i odgovarajućim alatom poslužitelj tkalačkog stroja doprinosi povećanju kvalitete i produkcije.

Abstract: Human labor is still an important component in achieving productivity of textile mills. Looms are a characteristic example how throughout history the development of technology and the application of technical advances reduced the impact of "human factor" on the degree of their efficiency, the reduction of energy consumption, but also on overall productivity. The machine operator, an educated and appropriately motivated person, should enable smooth operation of the machine through his activities to prevent unplanned machine stoppages, and if a stoppage occurs, he should remove it as soon as possible. The weaving machine operator contributes to an increase in quality and production using qualitative production plan, proper procedures and appropriate tools.

Ključne riječi: plan proizvodnje, poslužitelji tkalačkih strojeva, zastoji, stupanj iskorištenja, produktivnost, troškovi

Keywords: production plan, weaving machine operators, machine downtimes, efficiency, productivity, expenses

1. Uvod

U proizvodnji tekstila, u tkaonici, unatoč automatizaciji i robotizaciji, nije moguće u potpunosti isključiti ljudski faktor. Sudjelovanjem u proizvodnom procesu poslužitelj strojeva može imati velik utjecaj na produktivnost, odnosno na stupanj iskorištenja strojeva. Što su tkalački strojevi stariji, to je nužnost ljudskog rada i nadzora veća. Pod pretpostavkom da je sve dobro isplanirano i pripremljeno, tada znanje, tjelesna sposobnost i volja dolaze do izražaja i to direktno utječe na iskorištenje strojeva, ali i velikim dijelom utječe na troškove po jedinici proizvoda. Dobro i pravično motiviran radnik s razvijenim osjećajem odgovornosti poslužujući tkalačke strojeve, neprekidno prateći njihov rad, može uočiti pojavu koja prethodi neplaniranom zastoj, te odgovarajućom intervencijom spriječiti dugotrajnije stajanje stroja. Bitno je napomenuti da nije samo radnik, neposredni poslužitelj stroja, jedino odgovoran, nego i svi ostali sudionici u proizvodnom procesu (rukovodstvo, pomoćni radnici, radnici zaduženi za održavanja – veće popravke strojeva). Naime, rukovoditelj treba dobro poznavati proizvodni ciklus da bi mogao izraditi kvalitetni plan proizvodnje, razraditi jednostavne radne operacije radnika kojima će se izbjeći nepotrebni i pogrešno usmjereni naponi, rasipanje radnikova vremena, ali i vremena stroja zbog zastoja [1]. Potrebna je otvorena suradnja radnika, poslužitelja stroja i rukovoditelja jer će i to doprinijeti povećanju kvalitete, proizvodnosti, stupnju iskorištenja stroja i smanjenju troškova. U ovom radu iznesena su brojna autorska iskustva, analize i razmišljanja o utjecaju plana proizvodnje i aktivnosti poslužitelja tkalačkih strojeva na produktivnost tekstilne industrije.

2. Produktivnost i troškovi

Produktivnost je jedna od važnijih komponenti u izračunu konačne cijene proizvoda, odnosno ključni element pri donošenju odluke o proizvodnji.

Produktivnost u praksi izražava se kao omjer količine proizvoda i količine utrošenog rada [2].

$$\text{Produktivnost} = \frac{\text{Ostvareni proizvodi}}{\text{količina utrošenog rada}}$$

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:

$$\text{Produktivnost} = \frac{\text{ostvareni proizvodi}}{\text{utrošeno vrijeme}}$$

2.1 Troškovi

Konačna cijena proizvoda ovisi o: troškovima koji nastaju funkcioniranjem poduzeća, troškovnim elementima cijene koštanja proizvoda. Ovisno o tome da li su troškovi nastali samim postojanjem poduzeća ili direktno u proizvodnji, uočavaju se:

- a) troškovi izrade
- b) vremenski troškovi

Troškovi izrade nastaju tijekom proizvodnog procesa (sirovina, plaće radnicima...), a vremenski troškovi stvaraju se tijekom vremena, bez obzira proizvodi se ili ne (troškovi održavanja i osiguranja postrojenja i zgrada itd).

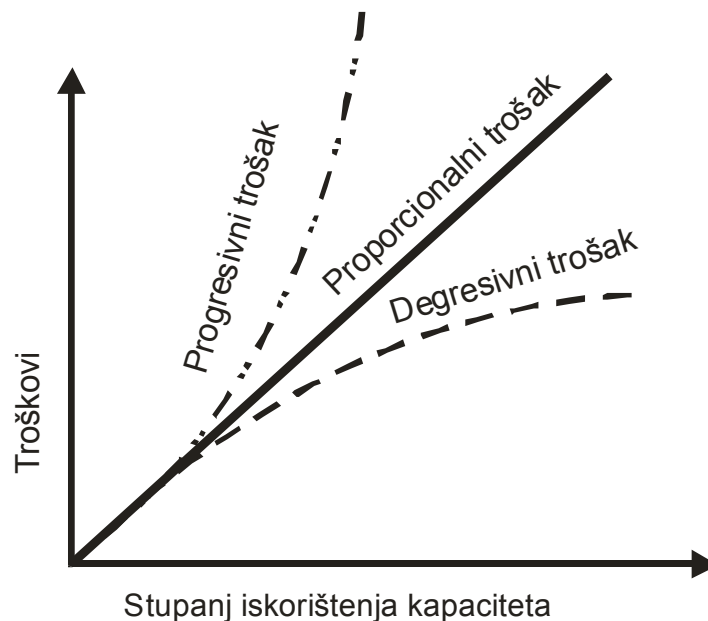
Troškove se može analizirati s obzirom na proizvodnju i razdvojiti u dvije grupe:

- a) fiksni troškovi
- b) varijabilni troškovi

Fiksni troškovi ostaju nepromijenjeni bez obzira na opseg proizvodnje, te proizlazi da se boljim iskorištenjem kapaciteta smanjuje fiksni trošak po jedinici proizvoda [3].

Varijabilni troškovi ovise o opsegu proizvodnje, a dijele se na:

- a) proporcionalne troškove
- b) progresivne troškove
- c) regresivne troškove



Slika 1: Varijabilni troškovi

Proporcionalni troškovi rastu ili padaju proporcionalno s opsegom proizvodnje.

Progresivni troškovi rastu brže od opsega proizvodnje najčešće u situaciji forsiranog povećanja pri čemu je potrebno platiti prekovremeni (ili noćni) rad, često je prisutan veći broj kvarova, povećano rasipanje sirovine i energije itd.

Degresivni troškovi smanjuju se povećanjem opsega proizvodnje. Kvalitetnim planiranjem, edukacijom djelatnika, pravičnom motivacijom, racionalizacijom proizvodnih procesa i radne snage može se smanjiti potrošnja osnovne i pomoćne sirovine po jedinici proizvoda, smanjiti potrošnja pogonske energije, smanjiti potreba za pomoćnim radovima, smanjiti broj zastoja.

2.2 Utvrđivanje stanja u proizvodnom procesu

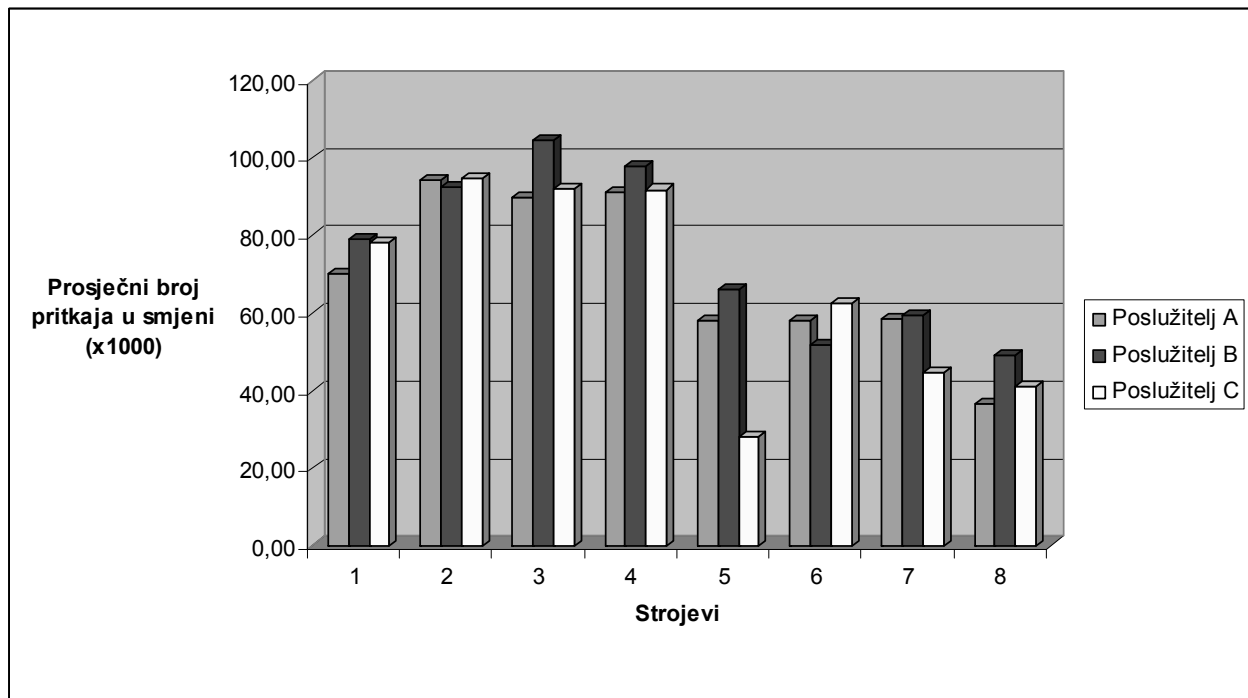


Slika 2: Proizvodni pogon s tkalačkim strojevima

Ostvarivanje cilja kojim se želi dobiti kvalitetniji, a jeftiniji proizvod, kreće od utvrđivanja stanja u proizvodnom procesu. Kvalitetni podaci iz proizvodnog pogona (Tab. 1 i 2) su temelj kvalitetnog plana racionalizacije i plana proizvodnje.

Tablica 1: Rad strojeva i tri poslužitelja

Redni broj	Tkalački strojevi	Ostvareni pritkaji x 1000											
		Poslužitelj A (x 1000)	Broj smjena	Prosjek po smjeni (x 1000)	η = %	Poslužitelj B (x 1000)	Broj smjena	Prosjek po smjeni (x 1000)	η = %	Poslužitelj C (x 1000)	Broj smjena	Prosjek po smjeni (x 1000)	η = %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	S 1	1119	16	69,94	51,81	948	12	79	58,52	1015	13	78,08	57,83
2	S 2	1601	17	94,18	69,76	1203	13	92,54	68,55	1325	14	94,64	70,11
3	S 3	1529	17	89,94	66,62	1256	12	104,67	77,53	1194	13	91,85	68,03
4	S 4	1457	16	91,06	67,45	1173	12	97,75	72,41	1101	12	91,75	67,96
5	D 5	578	10	57,80	71,36	198	3	66	81,48	56	2	28,00	34,57
6	D 6	755	13	58,08	71,70	361	7	51,57	63,67	125	2	62,50	77,16
7	D 9	645	11	58,64	72,39	473	8	59,13	72,99	223	5	44,60	55,06
8	D10	218	6	36,33	44,86	98	2	49	60,49	41	1	41,00	50,62



Slika 3: Prikaz prosječnog izvršenja u smjeni po strojevima i poslužiteljima

2.3 Analiza stanja u proizvodnom procesu

Prije početka analize potrebno je znati još neke podatke:

- promatrano razdoblje je tijekom 64 smjene (1 smjena = 7,5 sati) rada proizvodnog pogona
- broj okretaja (broj pritkaja) : za strojeve od 1 do 4 = 300 okr/min, od 5 do 8 = 180 okr/min.
- broj pritkaja po smjeni (Tab. 1) samo za smjene u kojima je stroj bio u funkciji
- iskorištenje stroja (Tab. 1) samo za smjene u kojima je stroj bio u funkciji.

2.3.1 Analiza rada poslužitelja

Poslužitelji, troje radnika koji svaki u svojoj smjeni poslužuje 8 tkalačkih strojeva (Sl. 2.), posjeduju slično radno iskustvo, dobro poznaju struku, svi su zainteresirani za posao, ali je zapažena razlika u pristupu radnim zadacima i vidljiva je razlika u količini proizvedenog (Tab. 1, Sl. 3.).

Poslužitelj A: Savjesno obavlja zadani posao u skladu s pravilima struke, ima potrebu nositi naočale, ali često ih „zaboravi“ staviti, što se očituje duljim vremenom uklanjanja razloga zastoja. Nema „naviku“ čistiti stabilne dijelove stroja i raščešljavati niti osnove u trenucima nesmetanog rada strojeva, ali kad mu se kaže što treba učiniti, izvrši radne zadatke bez pogovora. Nije poduzetan i ne upušta se u samostalno uklanjanje mehaničkih kvarova, te stroj stoji dok ne dođe dežurni radnik održavanja.

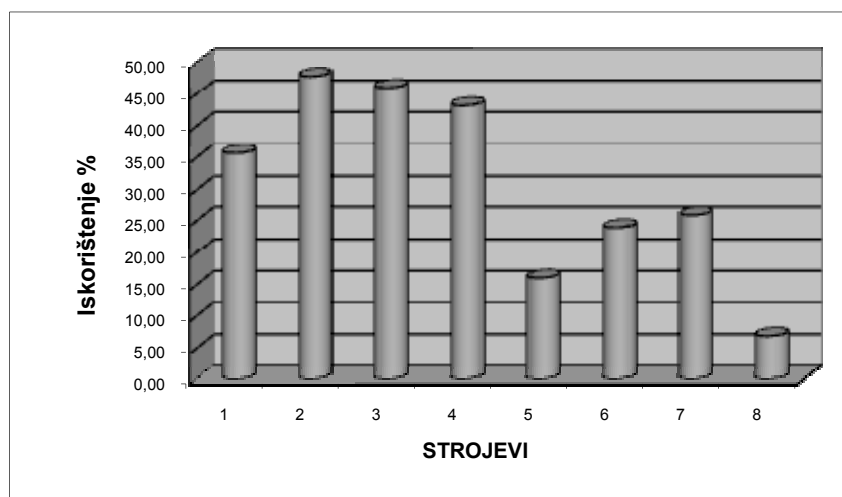
Poslužitelj B: Posao u tkaonici obavlja opušteno, znalački s veseljem. Neprekidno, prema prioritetima odrađuje potrebno. Svoje znanje ne boji se primijeniti umjesto radnika održavanja – samostalno uklanja razloge zastoja ako se pojave, a preventivno poduzima zahvate koji omogućue nesmetan rad strojeva. Vrlo rado pomogne drugima prenoseći im svoje znanje.

Poslužitelj C: Posjeduje znanje koje suzdržano primjenjuje u postupcima posluživanja strojeva (naročito na starijem tipu strojeva – strojevi od 5 do 8. Ne upušta se u popravke strojeva, te čeka da razloge zastoja ukloni radnik održavanja.

Sve troje poslužitelja prihvaćaju sugestije i prijedloge, te se ponašaju u skladu s propisanim, nužnim za nesmetano odvijanje proizvodnog procesa i povećanjem kvalitete proizvoda.

Tablica 2: Prikaz zbirnih podataka po tkalačkim strojevima

Red. Broj	Tkalački strojevi	Ukupno ostvarenih pritekaja (x1000)	Broj smjena od mogućih 64	Prosjeak po smjeni	η u smjeni rada stroja	η u moguće 64 smjene	Sati rada bez zastoja (od teoretskih 480)	Sati zastoja u vrijeme rada stroja	Promjena osnove		ARTIKLA
									TEMELJ	FLOR	
1	2	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	S 1	3082	41	75,17	55,68	35,67	246	98	3	38	
2	S 2	4129	44	93,84	69,51	47,79	302,5	57,5	9	12,5	
3	S 3	3979	42	94,74	70,18	46,05	306,5	45,5		20	
4	S 4	3731	40	93,28	69,09	43,18	277,5	50,5		13,5	
5	D 5	832	15	55,47	68,48	16,05	125	19	1	7	4
6	D 6	1241	22	56,41	69,64	23,94	196	12		5	
7	D 9	1341	24	55,88	68,98	25,87	210	14	2	6	
8	D10	357	9	39,67	48,97	6,89	75,5	12,5	3,5		



Slika 4: Iskorištenje tkalačkih strojeva na temelju mogućnosti rada u 64 smjene

2.3.2 Analiza rada tkalačkih strojeva

Pomnom analizom produkcije pojedinih strojeva po smjenama i poslužiteljima (Tab. 1) uočava se da isti tip strojeva strojeva (S1, S2, S3, S4) u istim uvjetima, ostvaruje različitu produkciju, odnosno, prosječni stupanj iskorištenja u smjenama u kojima su bili u funkciji, kreće se od 51,81% do 77,53%. (Tab. 1). Kod starijeg tipa strojeva (D5, D6, D9, D10) prosječni stupanj iskorištenja u smjenama u kojima su bili u funkciji, kreće se od 44,86% do 81,48%.

U tablici 2 zamjećuju se podaci o ukupnom broju smjena rada pojedinog stroja (od 9 do 44 smjene), ali i iskorištenju strojeva (od 6,89% do 47,79%) (Sl. 4.) na bazi 64 smjene u kojima su strojevi mogli raditi.

3. Prijedlog potrebnog za povećanje produkcije

Temeljem utvrđenih podataka nužno je izraditi plan proizvodnje s usklađenim kapacitetima, mogućnostima, potrebama na tržištu i financijskom opravdanošću funkcioniranja proizvodnog pogona. Ne postoji dobro opravdanje da proizvodni strojevi mogu stajati više od 20 smjena, od 64 smjene u promatranom razdoblju. Usporedno s tim planom proizvodnje potrebno je obaviti detaljnu analizu stanja strojeva, količine nadomjesnih (rezervnih) dijelova, te utvrditi isplativ, a funkcionalan oblik održavanja strojeva. Nužno je educirati djelatnike s ciljem što boljeg iskorištavanja postojećih čimbenika, ali i neprekidnog povećanja nivoa znanja svakog pojedinca da bi došla do izražaja i njihova kreativnost u poslu koji obavljaju [4]. Posebnu brigu

treba voditi pri oblikovanju mjera stimulacija i represija koje moraju biti realne i primjereno „projektirane“ da bi imale svoju svrhu i ostvarile svoj cilj. Najbolje rezultate u radu svih djelatnika dobit će se ako se za svaku razinu rukovođenja nađu ljudi, rukovodioci koji su vođe, a ne „goniči“ ili „gazde“. Za svakog djelatnika potrebno je evidentirati rezultate, uvjete i ocjenu rada. Svi podaci trebaju biti transparentni, javni (unutar proizvodnog odjela) i prikazani tako da nikoga ne vrijeđaju, da stvaraju opuštenu atmosferu s poticanjem ostvarivanja boljih rezultata. Podrazumijeva se, da je nužno planirati sve ostalo što pripomaže nesmetanom odvijanju proizvodnih ciklusa. U svakom segmentu planiranja i provođenja planova treba racionalno koristiti sve raspoložive, ali nužno potrebne resurse [5].

Svakako za planiranje i praćenje tehnoloških procesa proizvodnje izraditi računalni program kojim će se moći u svakom trenutku raspolagati svim podacima [6].

4. Zaključak

Prijedlozi za povećanje produkcije rezultat su autorskih iskustava, analize i razmišljanja o utjecaju mnogih čimbenika na produktivnost u proizvodnim ciklusima. Plan proizvodnje i aktivnosti poslužitelja tkalačkih strojeva ključni su u ovom radu. Sve prethodno spomenuto nije moguće provesti ako ne postoji dobra volja da se (ako ga nema) stvori interes u cijeloj tvornici, da se svaka aktivnost, svakog djelatnika usmjeri prema već spomenutom cilju - osiguranju kvalitetnije proizvodnje sa što manje neplaniranih zastoja i što manjim troškovima. Nije cilj uvesti promjene po svaku cijenu; cilj je promijeniti samo ono za što se zna da je smetnja, da postoji bolje, ostvarivo rješenje koje će vidljivim pokazateljima zahtijevati još kvalitetniji rad. U temelju svega je težnja da se sve predvidi, planira aktivnost, odradi planirano, zabilježi i analizira urađeno, utvrdi zaključak koji je ujedno smjernica za donošenje naputka za slijedeći korak. Potreban je dodatni napor da se krene od sebe samog. Svatko ima na dohvata ruke mnoštvo mogućnosti kako da potroši vrijeme koje je pred njim, te ako nije precizno propisano i dosljedno kontrolirano izvršeno, često se dogodi da je vrijeme izgubljeno.

Literatura

- [1] Taylor, F.W.: Naučno upravljanje, Izdavačko preduzeće „Rad“, Beograd, (1967)
- [2] Lalić, D & Lalić, M.: Ekonomika industrijskih procesa, Zavod za produktivnost, Zagreb, (1970)
- [3] Vranjican, S.: *Politička ekonomija*, Pravni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, (2007)
- [4] Samuelson, P. A. & Nordhaus, W. D.: *Ekonomija*, 18. izdanje, MATE, Zagreb, (2007)
- [5] Drvar, Z.: Marketing tekstilne i odjevne industrije, OOUR Institut za tekstil i odjeću, Zagreb, (1985)
- [6] Hrsto, D. & Tratnik, M.: Troškovi meljave i cjenovni odnosi, *Zbornik radova s XIV Međunarodnog savjetovanja tehnologa sušenja i skladištenja*, (1998)

BUDUĆE SMJERNICE RAZVOJA HRVATSKE OBUĆARSKE INDUSTRIJE

FURTHER DEVELOPMENT DIRECTIONS OF CROATIAN FOOTWEAR INDUSTRY

Mario LEŠINA; Darko UJEVIĆ; Jadranka AKALOVIĆ & Alica GRILEC KAURIĆ

Sažetak: *Obućarska industrija trenutno bilježi porast u broju zaposlenih, kao i udjelu u BDP - u Republike Hrvatske. Kako bi joj se omogućio daljnji porast, važno je ukazati na kritične točke poslovanja obućarskih poduzeća. Time je i svrha ovog rada ukazati na važne probleme trenutno prisutne u obućarskoj industriji kao i predložiti potencijalni smjerove razvoja koji bi uvelike doprinijeli rješavanju istih. U radu su korišteni primarni i sekundarni izvori podataka. Primarni podaci prikupljeni su razgovorima/intervjuima s menadžerima obućarskih poduzeća, a sekundarni pregledom stručnih i znanstvenih časopisa iz područja obućarske industrije i istraživanjima provedenim u promatranjima industriji. Znanstvene metode korištene u ovom radu su: metoda analize i sinteze, metode dokazivanja i opovrgavanja, metoda deskripcije i metoda kompilacije.*

Abstract: *Footwear industry currently shows an increase in the number of employees, as well as an increase in a share of GDP. In order to enable it to further increase it is important to point out the critical points in footwear business enterprises. The aim of this study is to indicate the important problems that are currently present in the footwear industry and to suggest potential direction of development that would help solving them. In this paper primary and secondary data sources were used. Primary data were collected through discussions/interviews with footwear company managers, and a secondary data were collected with review of professional and scientific journals in the areas footwear industry and researches conducted in the concerned industry. Scientific methods used in this paper are: methods of analysis and synthesis, methods of proof and disproof, method of description and method of compilation.*

Ključne riječi: *kožarska industrija, lohn, outsourcing, Republika Hrvatska*

Keywords: *footwear industry, subcontracting, outsourcing, Republic of Croatia*

1. Uvod

Unatoč crnim prognozama od prije nekoliko godina, industrija obuće u Republici Hrvatskoj ne samo da se nije ugasila, nego već treću godinu za redom bilježi konstantan rast zaposlenosti kao i pozitivne poslovne rezultate. Tržišna niša u kojoj je hrvatska industrija našla svoje mjesto u aspektu prodaje su male trgovine, poglavito u centrima gradova s kratkim rokom isporuke, mogućnosti naručivanja malih količina tijekom cijele godine i visokim zahtjevima po pitanju kvalitete proizvoda. S druge strane, jeftini proizvodi, našli su svoje mjesto u velikim diskontnim trgovinama u trgovačkim centrima.

Ovakvo pozicioniranje na tržištu kratkoročno je osiguralo stabilnost industriji oslonjenoj većinom na doradne (lohn) poslove, no strateški, radi očekivanog rasta troškova, cijela industrija mora se usmjeriti na:

- Izgradnju vlastitih robnih marki i samostalni nastup na tržištu – Branding i
- Preuzimanju stručnih, bolje plaćenih poslova od stranih partnera - Outsourcing.

2. Povijesni aspekt razvoja obućarske industrije u Varaždinskoj županiji

2.1 Obućarstvo grada Varaždina u obrtničkim radionicama

Pogodan prometni položaj na sjecištu starih rimskih cesta prema Osijeku i Ptuju i plovna Drava, uvjetovali su nastanak srednjovjekovnog Varaždina. Prvi puta se spominje 1181. godine u jednoj ispravi hrvatsko-ugarskog kralja Bele III, ali je sigurno nastao prije te godine, vjerojatno na početku XII stoljeća. Obrtnici i trgovci utemeljili su to naselje oko dvora župana. Za ono vrijeme značajna gospodarska aktivnost bilježi se nakon 1209. godine i dodjele prava slobodnog kraljevskog grada Poveljom Andrije II. Prema pisanim podacima iz kasnijeg perioda (XV, XVI stoljeće) može se zaključiti da je važna privredna djelatnost u Varaždinu toga doba bila prerada kože i izrada obuće. Prvi se cehovi u Varaždinu javljaju u XVI stoljeću, a 1520. godine je bilo 20 obrtnika obućara.

Pred kraj XVI stoljeća od ukupno 330 obrtnika zabilježenih u gradu Varaždinu spominje se 50 postolara, a neki obrtnici došli su iz Italije, Štajerske, Češke i Ugarske.

U XVII. st. prestaje neposredna turska opasnost za Varaždin, a učestalo se vode sporovi plemstva i građana uglavnom oko dominacije i kontrole trgovine i obrta. Od 1767. godine do katastrofalnog požara 1776. Varaždin je glavni grad Hrvatske. Obrt i trgovina tada osobito jačaju, a prema pisanju grofa Adama Oršića Slavetičkog velikaši i dame prate skupu bečku modu što Varaždinu daje naziv "mali Beč". Preko 650 obrtnika, majstora, pomoćnika i naučnika bilo je organizirano u desetak cehova. Godine 1776. izbija katastrofalan požar u Varaždinu. Grad su napustili mnogi trgovci i obrtnici koji su ostali bez uvjeta za privređivanje. Podaci iz 1784. godine, kada se grad već oporavio od požara, govore o 273 obrtnička majstora koji zapošljavaju 290 kalfi i 103 šegрта. Od tog broja 74 osobe (majstori, kalfe, šegrti) rade u postolarskom obrtu, a 64 su čizmari [1].

2.2 Industrijski pogoni za izradu obuće

U svijetu se XVIII stoljeće smatra stoljećem rođenja obućarske industrije. Obuća se izrađivala ručno, ali serijski. Tek u XIX stoljeću započinje ozbiljnija proizvodnja strojeva. Godine 1801. u Varaždinu je djelovao 451 samostalni obrtnik: 65 čizmara, 61 hrvatski postolar, 13 njemačkih postolara, 4 kožara. Dvadesetak godina kasnije, 1827. godine od ukupno 353 samostalna obrtnika bilo je 61 hrvatski i 13 njemačkih postolara, 65 čizmara, 13 krznara, 4 kožara. Ugarski sabor 1840. godine ukida monopol cehova i daje olakšice na otvaranje manufakture. Prve manufakture u Varaždinu ipak su bile usmjerene prema tekstilnoj proizvodnji (svilarstvo), a kožarski i obućarski obrt bio je namijenjen osnovnom zadovoljenju potreba Varaždinaca za obućom. Industrijska revolucija donijela je nove odnose i shvaćanja u proizvodnji, konkurentnost manufakturno-tvorničke proizvodnje. Značajnije postolarske radionice registrirane 1860. su one Franje Drabića i Jakuba Goloba. Kožarski obrt Andrije Halužana registriran 1861. godine, vjerojatni je prethodnik vrlo razvijene međuratne manufakture koža Vjekoslava Halužana. Obrtni zakon iz 1872. godine u Hrvatskoj i Slavoniji ukida cehovsku organizaciju obrtničke proizvodnje. Posljedica toga je pojava nelojalne konkurencije, slabljenje i propadanje domaćeg sitnog obrtništva. Pečatnjak čizmarskog ceha iz prve polovice XIX. stoljeća izrađen je od mjedi a natpis je na njemačkom jeziku i nalazi se u Muzeju grada Varaždina.



Slika 1: Pečatnjak čizmarskog ceha iz XIX stoljeća, Varaždin

Novi Obrtni zakon proglašen 1884. godine unosi izvjesna ograničenja dotadašnjoj punoj slobodi bavljenja obrtom. Glavninu varaždinskog obrta čine i dalje mala obrtna poduzeća koja se teško nose s konkurencijom jeftinih industrijskih proizvoda, posebno onih mađarskih i austrijskih tvornica. Varaždinska industrijalna zadruga, "Industrijalno društvo", osnovana je 1893. godine kako bi promicala osnivanje raznih tvornica. Tako je u proljeće 1898. godine pokrenula osnivanje tvornice koža. Modeli cipela iz stručnih časopisa nalaze kupce i među Varaždincima koji imaju dovoljno novca. Iz arhiva Muzeja grada Varaždina su i primjerci obuće na slikama.



a.



b.

Slika 2: Primjerci obuće iz XIX stoljeća, Varaždin (a i b)

Nepovoljni politički uvjeti i slaba financijska podloga nisu zaustavili gospodarski i urbani razvoj Varaždina na prijelazu iz XIX u XX stoljeće. Sačuvan je status obrtničkog, trgovačkog i gospodarskog središta

sjeverozapadne Hrvatske. Nakon prvog svjetskog rata u Varaždinu se uglavnom nastavlja razvoj industrije (tekstilne i drvene), a osnovana su i dva manja poduzeća kožne industrije (tvornica kože Vjekoslava Halužana). Razdoblje između dva rata za razvoj postolarskog obrta u Varaždinu bilo je doba nazadovanja. Konkurencija jeftinije industrijske obuće bila je sve izraženija, a ni ekonomska i društvena politika tadašnje Jugoslavije nije bila razvojnica. U registru radnji Zanatske komore kotara Varaždin od 1919. do 1945. godine još uvijek je zastupljenost postolara, čizmara i drugih kožarskih struka značajnih 18,5 %. Od 1932. godine spominje se Postolarska manufakturna radionica braće Glavač, koja je sa 30 zaposlenih radnika u godinama proizvodila uglavnom teške radničke cipele. U Varaždinu u to vrijeme djeluje i podružnica Ujedinjenog saveza kožarsko-prerađivačkih radnika Jugoslavije. Registar radnji Zanatske komore Kotara Varaždin evidentirao je registraciju manufakturne radionice Sloga 1942. godine sa 20 zaposlenih, a iz registra je brisana 1947. godina.

Ubrzo po završetku drugog svjetskog rata 1945. godine, tadašnja tvornica za preradu kože je nacionalizirana i proizvodi pod imenom Panonija. Od 1946. djeluje i tvornica obuće VIO (Varaždinska industrija obuće), nastavljajući tradiciju manufakture iz kojih je nastala (postolarska radnja Glavač i Sloga). Svojevrsni skok koji je doživjelo obućarstvo i kožarstvo Varaždina od šezdesetih godina XX stoljeća, imao je podlogu u jeftinoj radnoj snazi, ali još značajnije u tradiciji. Nakon 1970. godine tvornice Panonija i VIO se ujedinjuju pod imenom VIKO (Varaždinska industrija kože i obuće). Nastojanja tehnološke povezanosti prerade kože sa proizvodnjom obuće počela je proizvodnjom specijalnih vrsta cjepanika za proizvodnju vodootporne obuće. Najveći uspjeh poduzeća zabilježen je 1986. godine sa 6 000 zaposlenika, osamdesetak prodajnih mjesta i predstavničkih objekata. Stečajevi, privatizacija i svi problemi koji su pratili restrukturiranje poduzeća, utjecali su bitno na smanjenje broja zaposlenih i fizički obujam proizvodnje. Promjenom sustava VIKO je započeo posao u novih petnaestak većih i manjih privrednih subjekata. Danas VIKO zapošljava 220 radnika, a glavni proizvodni program je proizvodnja kože, obuće (profesionalna, sigurnosna, zaštitna i radna), đonova i tekstila [2].

3. Pozicija hrvatske obućarske industrije

Proizvodnja kožnih proizvoda je dio prerađivačke industrije koja se svojom proizvodnjom a i izvozom plasira na značajno mjesto u hrvatskom gospodarstvu. Godine 2010., prema podacima iz HGK, u ovoj industriji posluje 127 poduzeća (116 malih, 10 srednjih i 1 veliko). Od ukupnog broja registriranih poduzeća u toj djelatnosti proizvodnja obuće je najveća grupacija ove djelatnosti. Unatoč jakoj konkurenciji, posljednjih se godina otvaraju novi pogoni što je novost u ovoj proizvodnoj grani. Vanjskotrgovinska razmjena prikazana je u tablici 1, te se iz nje vidi porast ukupnog prihoda u 2010. godini.

Tablica 1: Vanjskotrgovinska razmjena i ukupno poslovanje poduzeća obućarske industrije (C 15)

	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
Ukupni prihod, 1000 kn	2.295.969	2.548.395	2.501.278	2.364.973	2.182.539	2.556.028
Uvoz, 1000 Kn	1.883.419	1.959.070	2.246.326	2.397.831	1.908.249	*
Izvoz, 1000 Kn	1.406.164	1.631.981	1.772.855	1.818.828	1.516.712	*

Izvor: Prema HGK, 2010. prema DZS (www.hgk.hr – 10.02.2011.). (Pretvoreno u kn prema srednjem tečaju Hrvatske narodne banke 13.07.2011. 1\$=5,3 Kn); * podaci nisu dostupni

Iz tablice 2 vidi se porast broja zaposlenih u 2010. godini. Pad broja zaposlenih bilježen je samo 2009. godine u promatranom šestogodišnjem razdoblju.

Tablica 2: Broj zaposlenih u pravnim osobama prema NKD- 2007.

Djelatnost	Broj zaposlenih					
	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
C 15 Proizvodnja kože i srodnih proizvoda	7.100	7.300	8.100	8.707	8.100	8.781

Izvor: HGK, 2010. prema DZS (www.hgk.hr – 10.02.2011.)

U tablici 3 prikazana je stručna sprema zaposlenih u kožarskoj i obućarskoj industriji što navodi na zaključak za potrebom educiranja zaposlenih zbog iznimno malog broja visokoobrazovanog kadra.

Godine 2007. prosječna isplaćena bruto plaća u kožarskoj industriji iznosila je 3.388 kn, a neto 2.530 kn. Prema HGK ostvarene investicije u razdoblju od 2005. do 2009. godine iznosile su 509.784.000 kuna, dok su 2010. investicije u dugotrajnu imovinu iznosile 68.986.812 kn. Prijašnjih godina najveći dio investicija utrošen je u opremu, dok su posljednjih nekoliko godina sagrađene nove proizvodne hale (Bambi, Haix).

Tablica 3: Zaposleni u pravnim osobama i stupnju stručnog obrazovanja, 2008. godine i pripadajući prosjek bruto isplaćene plaće 2007. godine

	Ukupno	Stupanj stručnog obrazovanja					
		Visoko			više	srednje	niže
		ukupno	doktori	magistri			
Štavljenje i obrada kože; proizvodnja kovčega i torba, ručnih torbica, sedlarskih i remenarskih proizvoda i obuće	8.707	117	-	1	133	2 910	205
BRUTO PLAĆA (kn)	3.388	9,247			7.282	3.461	3.521

Izvor: DZS, 2009., str. 122-123.: 147.

4. Koncept lohn poslova vs outsourcing koncept hrvatske obučarske industrije

Koncept lohn poslova podrazumijeva situaciju u kojoj pojedini poduzetnik preuzima proizvodnju i njezinu organizaciju, a naručitelj mu osigurava dizajn proizvoda, dopremu materijala i distribuciju proizvoda na tržište. Lohn poslove su zapravo prodaja proizvodnog rada te se smatraju najnižim oblikom sudjelovanja poduzetnika u tuđem poslovnom lancu. Lohn poslovi karakteristični su za nerazvijene i tranzicijske države s niskom cijenom rada koja potiče proizvođače razvijenih država da za jedan dio tehnološkog procesa angažiraju druge proizvođače dok sve preostale aktivnosti konstantno nadziru. Tako su lohn poslovi zapravo vrlo dobro plaćeni poslovi pri čijem ugovaranju ugovara se samo satnica za radnike u proizvodnji te minimalna naknada menadžeru/vlasniku za organizaciju potrebnog poslovanja. U Republici Hrvatskoj su mnoga poduzeća preživjela krizno razdoblje zahvaljujući upravo lohn poslovima.

Kada je krajem 60-ih godina brzorastuća industrija strojeva, alata i automobilska industrija na sjeveru Europe tražila nove djelatnike i nudila im plaće koje industrija obuće i tekstila više nije mogla pratiti, radna mjesta „plavih ovratnika“ premještena su prvo u mediteranski bazen, nakon toga u Jugoslaviju, nakon njenog raspada preseljena su u tranzicijske države i nakon toga krenule su k dalekom istoku. Zadnji trendovi su seobe takvih radnih mjesta u jugoistočnu Aziju i Afriku.

Cijenu rada u doradnim poslovima prvenstveno determinira visina plaće u okruženju, te stupanj razvijenosti države. Po visini, moguća je podjela u četiri kategorije:

1. Europska - u nekim državama „starim članicama“ poglavito u Portugalu, Španjolskoj i Italiji industrija je atomizirana i niz malih, specijaliziranih, tvornica rade male količine obuće, uglavnom za najskuplje brendove.
2. Tranzicijska - u ovu skupinu spada i Hrvatska, a odnosi se na bivše komunističke države. Cijena izrade finalnog proizvoda je ista, a razlike u plaćama uvjetovane su efikasnijom organizacijom i većom proizvodnošću.
3. Tropska - države sjeverne Afrike i Latinske Amerike, a u ovaj razred spadaju i europske države koje su ostale izvan integracijskih procesa; Turska, Moldova, Makedonija, Bosna i Hercegovina.
4. Azijska - države dalekog istoka i crne Afrike.

Sukladno razinama cijena, kreće se i razina kvalitete.

Prednosti doradnih poslova nalaze se u činjenici da nisu potrebna velika sredstva za početak poslovanja, odnosno, ne trebaju obrtna sredstva, što je, ako se uzme u obzir da su sva poduzeća na početku poslovanja kreditno nesposobna, velika prednost. Druga prednost je u činjenici da se izravno i besplatno preuzima know-how. Svako ulaganje u nove tehnologije podiže produktivnost i kvalitetu rada, odnosno, izravno smanjuje troškove proizvodnje, odnosno, amortizira trošak ulaganja u istu. Nedostatak je ovisnost o stranim naručiteljima u smislu narudžbi, što znači održanje zaposlenosti, i cijena rada u okruženju, poglavito ako je samo u državi u kojoj se posluje konjunktura.

Definicija outsourcinga prema Outsourcing institutu [3] outsourcing definira kao ugovorni odnos za transferiranje nekog dijela ili čitavih poslovnih aktivnosti vanjskim partnerima (outsourcerima). Vanjski partneri tako postaju odgovorni za obavljanje jedne (ili više) poslovnih funkcija i aktivnosti. Nadalje, outsourcing se definira kao upravljačka strategija prema kojoj se izdvaja i prenosi većina nesrčnih funkcija određenim dobavljačima. Prema Outsourcing institutu [4] outsourcing se razvio kao logičan slijed nakon povećanja kompleksnosti proizvoda u 20. stoljeću – posao se počeo dijeliti na specijalizirane proizvođače pojedinih dijelova proizvoda. Istraživanje provedeno od Outsourcing Instituta 1998. godine nabroja sljedećih deset razloga kao glavne razloge outsourcinga [5]: smanjenje i kontrola operativnih troškova; poboljšanje fokusa poduzeća; omogućen pristup vrhunskim svjetskim mogućnostima; oslobađanje unutarnjih resursa za druge namjene; nema potrebnih unutarnjih resursa; ubrzana dobit od reinženjeringa; funkcija je teška za upravljanje ili je van kontrole; osloboditi kapitalna sredstva; podjela rizika i infuzija gotovinskog novca. Outsourcing je, u biti, evolucija Lohn posla, odnos u kom jedna kompanija zadržava nabavu, logistiku, prodaju, istraživanje tržišta i marketing, dok poslove neposredno vezane uz proizvodnju, prenose na drugu ugovornu stranu. Osnovna razlika između Lohn-a i Outsourcing-a je u motivu. Motiv za Lohn poslove je smanjivanje troškova proizvodnje. Motiv za Outsourcing je činjenica da radi pomanjkanja osoblja, poduzeća jednostavno više nisu u mogućnosti raditi poslove vezane uz tehnologiju i primorane su to prenijeti na

partnere. Najbolji je izbor poduzeće koje već godinama radi njihov program i posjeduje kompletan Know-how, a istovremeno je sposobno prenijeti ga dalje.

Budući da je na zapadu, poglavito u Njemačkoj, nestankom poslova „plavih ovratnika“ nestao interes za tehničke studije, njemačka se poduzeća polako suočavaju s pomanjkanjem kadrova za razvoj modela i tehničku pripremu. Tako svjedočimo da gotovo sva hrvatska poduzeća izrađuju alate za proizvodnju obuće po specifikacijama stranih partnera, kao što i izrađuju komercijalne uzorke. Mnogi su preuzeli i poslove korekcije osnovnih modela i njihovog gradiranja.

Ulazak u Europsku uniju otvara nove mogućnosti u daljem razvoju hrvatske industrije obuće. U ovom trenutku, kao potpisnica Ugovora o stabilizaciji i pridruživanju, Hrvatska ima preferencijalni status, odnosno, proizvodi s podrijetlom iz Hrvatske ne podliježu carini prigodom izvoza u EU. Ukoliko hrvatsko poduzeće izradi gornje dijelove obuće u trećim državama, proizvod gubi podrijetlo, i na njega se plaća carina. Stjecanjem punopravnog članstva, ta barijera nestaje. Drugim riječima, otvara se mogućnost da hrvatska poduzeća izrađuju gornje dijelove u tropskim ili Azijskim zemljama i na taj način otvore mogućnost držanja koraka s plaćama u ostalim industrijama.

Nadalje, bitno je naglasiti i problem pomanjkanja stručnog kadra. Naime, srednje škole već dugi niz godina upisuju vrlo mali broj učenika, a visoka škola više je bazirana na dizajnu, a manje na tehnološkom znanju. Tekstilna znanost ipak je primarna na Tekstilno tehnološkom fakultetu. Unatoč tome, prije nekoliko godina utemeljen je smjer Dizajna obuće i obučarske tehnologije koji već regrutira kadrove sposobne za preuzimanje poslova „bijelih ovratnika“ a ta tendencija je već počela. Pozitivno je svako ulaganje u kvalitetu studija Dizajna obuće i povezivanje s obučarskim poduzećima.

Slijedi SWOT analiza branding i outsourcing koncepta poslovanja u obučarskoj industriji. Osnovna razlika je u činjenici da branding stremlji ka povećanju dohodovnosti, a cilj outsourcing-a je zadržavanje razine zaposlenosti i dizanje razine plaća.

Tablica 4: SWOT analiza brandinga u obučarskoj industriji

BRANDING	
Prednosti	Nedostaci
Veća dodana vrijednost	Veliki angažman obrtnih sredstava
Samostalnost u donošenju strateških odluka	Preuzimanje kompletnog rizika poslovanja
Stvaranje nematerijalne imovine	Velika ulaganja u marketing
Mogućnost ostvarenja profita na nekoliko razina	Malo domaće tržište
Mogućnosti	Prijetnje
Razvoj globalne distribucije	Pad prodaje
Pozicioniranje u visokom cjenovnom razredu	Subjektivnost u izradi kolekcije
Razvoj vlastite prodajne mreže	Zatvaranje kanala distribucije
Razvoj «total look» koncepta	Nedostatak stručnog osoblja

S obzirom da je o izgradnji vlastitih robnih marki već izuzetno mnogo i napisano i rečeno, bazirati ćemo se na outsourcing-u, kao smjernici o kojoj se do sada nije previše govorilo, odnosno na kojoj se do sada nije inzistiralo iako je outsourcing proglašen najvažnijim poslovnim alatom prema Harvard Business Review-u u posljednjih sedamdesetpet godina [6].

Tablica 5: SWOT analiza outsourcinga u obučarskoj industriji

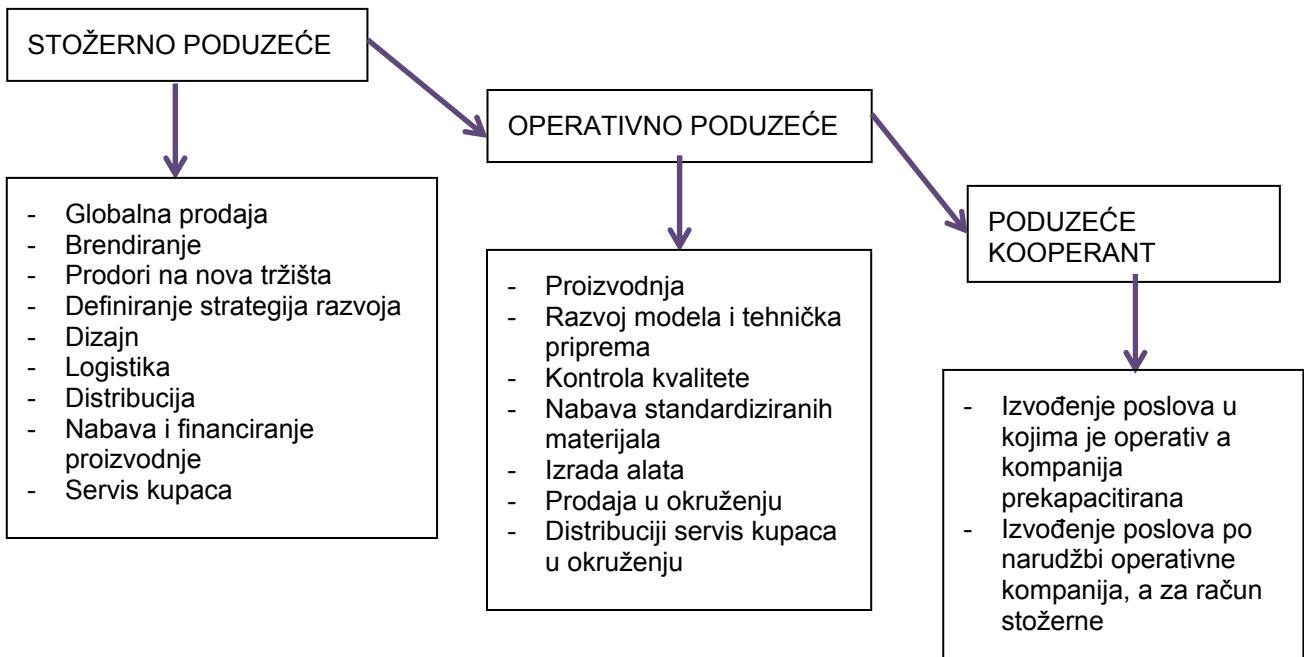
OUTSOURCING	
Prednosti	Nedostaci
Korištenje postojećeg «know-how»-a	Slaba mobilnost radne snage
Malá obrtna sredstva	Nedostatak stručnog osoblja
Zadržavanje zaposlenosti	Ovisnost o poslovnoj politici partnera
Rast plaća	Ovisnost o okruženju u formiranju cijena
Mogućnosti	Opasnosti
Preuzimanje prodaje u regiji	Pritisak država u okruženju
Razvoj inovacija	Loši rezultati partnera
Pristup novim tehnologijama	Preuzimanje odgovornosti za reklamacije
Razvoj prateće industrije	Samostalnost partnera u donošenju strateških odluka

5. Umjesto zaključka

Umjesto zaključka predlaže se novi koncept poslovanja obučarske industrije koji bi nastavio jedva dočekani pozitivan razvoj industrije. U shemi 1 predložena je nova shema poslovanja. U ovom sustavu, svaka sljedeća

karika u lancu koristi komparativne prednosti, a prethodne karike kompenziraju svoje nedostatke. Ovo je eklatantan primjer „Teorije igre“ postavke za koju je 1994. godine John Nash dobio Nobelovu nagradu za ekonomiju. Upravo je taj model ekonomije odgovor na sadašnju globalnu krizu i postavlja paritete za novu svjetsku ekonomiju, nakon što se postojeći model globalne ekonomije urušio.

Shema 1: Sustav pozitivnog smjera razvoja obučarske industrije



Ovakva predložena shema ojačala bi veze između stožernog, operativnog i poduzeća kooperanta te njihovom sinergijom i jasnom podjelom poslova pridonijela pozitivnom nastavku poslovanja obučarske industrije.

Literatura

[1] Akalović, J.: Varaždinsko obučarstvo - od obrtničke radionice, preko industrijskog pogona do sveučilišnog centra obučarstva, 800 godina slobodnog kraljevskog grada Varaždina: 1209.-2009.: zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa održanog 3. i 4. prosinca 2009. godine u Varaždinu / [glavni urednici Miroslav Šicel, Slobodan Kaštela]

[2] Ibid.

[3] Kolaković, M.: *Outsourcing ili usmjerenje na glavnu aktivnost, a sve ostale neka obavljaju drugi koji će to obaviti bolje, brže i jeftinije*, Računovodstvo, revizija i financije, Zagreb, srpanj, 2002., br.7, str. 126 prema: www.outsourcing.com

[4] The Outsourcing Institute: Outsourcing/ Offshoring: Myth versus Reality, www.outsourcing.com

[5] www.outsourcing.com - Top Ten Outsourcing Survey

[6] http://www.outsource2india.com/why_outsource/articles/management_trends.asp

VEZANI POKAZATELJI DRŽAVNIH POTPORA ODRŽANJA GOSPODARSKE AKTIVNOSTI TEKSTILNE INDUSTRIJE RH

RELATED INDICATORS OF STATE SUPPORT FOR CONSERVATION OF TEXTILE INDUSTRY ECONOMIC ACTIVITY IN CROATIA

Željko PENAVAL; Ivan NOVAK & Bosiljka ŠARAVANJA

Sažetak: U ovom radu obrađeni su neki pokazatelji državnih potpora održanja gospodarske aktivnosti tekstilne i odjevne industrije u Hrvatskoj vezani uz broj dobivenih potpora, iznose dobivenih potpora, broja zaposlenih, broj godina dobivenih potpora, prosjeke i druge podatke. Ideja rada je, na temelju dostupnih podataka, parcijalna deskriptivna statistička analiza utjecaja dobivenih potpora na tvrtke koje su ih dobile, a stavljenih u različite odnose. U radu je ukazano kako državne potpore utječu prvenstveno na održanje postojećih kapaciteta i zadržavanja postojećeg nivoa proizvodnje i zaposlenosti samo uspješnih tvrtki, i to ne s osobitim uspjehom, a koju konstataciju su potvrdili obrađeni podaci.

Abstract: This paper examines some of the indicators of state support for maintaining the economic activities of textile and apparel industry in Croatia related to the number of grants received, the amounts of aid received, the number of employees, number of years obtained grants, averages and other data. The idea of this paper is based on available data, partial descriptive statistical analysis of the effect obtained by the aid of which they were received, and placed in different relations. The paper pointed out that state aid affecting primarily the maintenance of existing facilities; maintain existing levels of production and employment only for successful companies, not with remarkable success, which statement confirmed the processed data.

Ključne riječi: sustav državnih potpora, pokazatelji, zaposlenost, proizvodnja

Keywords: system of state aid, indicators, employment, production

1. Uvod

Jedan od instrumenata aktivne uloge države u poticanju gospodarske aktivnosti i njene politike očuvanja stabilnosti gospodarstva svakako su i državne potpore. Potpore utječu na ostvarenje zadanih ciljeva razvoja industrije kojoj je namijenjena. Ipak, empirijski sagledavajući opće stanje unutar tekstilne i odjevne industrije (u nastavku tekstilna industrija) u Hrvatskoj, kao i analizom dostupnih gospodarskih pokazatelja, državne potpore utječu prvenstveno na održanje postojećih kapaciteta i zadržavanja postojećeg nivoa proizvodnje i zaposlenosti samo uspješnih tvrtki, i to ne s osobitim uspjehom, a koju konstataciju će potvrditi u ovom radu obrađeni podaci. Nastojanja državne gospodarske politike putem institucionalnog mehanizma poticaja pokrenuta je 2008. godine putem natječaja, pod određenim kriterijima, dodjelom poticaja tvrtkama unutar tekstilne industrije. Iako je to samo logična pretpostavka, jer tvrdnju za ovaj radi nije bilo moguće točno potvrditi, za pretpostaviti je kako je osnova za djelovanje države putem poticaja studija „Strateške odrednice razvoja industrije tekstila i odjeće u Hrvatskoj za razdoblje od 2006. do 2015.“ [1], a koja se temelji i na strateškim dokumentima gospodarskog razvoja Republike Hrvatske. Naručitelj ovog projekta bilo je Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva. Strategija je usvojena 2007. godine, a prvi natječaj za državne potpore objavljen je u 2008.

2. Korištene metode znanstvenog istraživanja

U ovom radu korištene su opće metode znanstvenih istraživanja: sustavno promatranje [2], deskriptivna metoda [2], kauzalna metoda [3], induktivna i deduktivna metoda [4] i metode analize i sinteze [4].

3. O sustavu državnih potpora i strategiji razvoja

Godine 2003. u Hrvatskoj je donesen Zakon o državnim potporama koji daje pravni okvir uvjeta i pravila odobravanja, nadzora provedbe, kao i povrata državnih potpora, te je isti Zakon donesen radi preuzetih međunarodnih obveza koje Hrvatska mora ispuniti, a usklađen je s pravnom stečevinom Europske unije.[5]

Naravno, sustav državnih potpora tako je koncipiran da protekcionistički ne utječe na tržišne utakmice i mehanizme koji vladaju tržišnim gospodarstvom. To znači kako država ne bi trebala utjecati povoljno na jedne pravne subjekte nauštrb drugih. Iz tih razloga sustav državnih potpora definiran je slijedećim obilježjima [6]:

- „davanje državnih sredstava, bez obzira radi li se o sredstvima iz državnog proračuna, proračuna regionalnih ili lokalnih tijela, državnih banaka ili privatnih ili državnih trgovačkih društava, koja izravno ili neizravno raspoložu državnim sredstvima
- pružanje ekonomskih prednosti (tj. koristi) određenom proizvodu, poduzetniku, sektoru ili regiji, koju isti ne bi dobili u normalnim tržišnim uvjetima
- selektivnost i narušavanje tržišne ravnopravnosti između primatelja potpore i njegove konkurencije
- utjecanje na konkurentnost i trgovinu između zemalja članica, odnosno Hrvatske i EU.“

Također, potpore ne mogu dobiti poduzetnicima u teškoćama (sukladno Odluci Vlade), u stečaju, u postupku likvidacije, poduzetnici koji imaju nepodmiren dug prema državi ili zaposlenicima, oni od kojih je zatražen povrat potpore, oni koji su dobili potpore u 2009. godini po Mjeri subvencioniranje trajnih obrtnih sredstava, a iz Bona1 za I-VI mjesec 2010. u odnosu na isto razdoblje 2009. je vidljivo da su izgubili više radnih mjesta od prosjeka cijele grane (10%) i oni poduzetnici koji su do datuma zaključenja natječaja opravdali manje od 70% sredstava dobivenih prethodne godine.

Temeljem gore navedenih propisa, u slučaju da samo jedan od navedenih uvjeta nije ispunjen, ne može se govoriti o sustavu državne potpore. Kako „država može odobriti potporu zbog poticanja gospodarskih aktivnosti u pojedinim regijama, održavanja određenih usluga koje ne mogu opstati isključivo na tržišnim načelima, usporavanja pada proizvodnje u pojedinim industrijskim sektorima, povećanja stope zaposlenosti, i povećanja tržišnog udjela poduzetnika“, razvidno je kako je tekstilna industrija jedna od onih koje upravo trebaju takvu potporu. [7] Međutim, „preduvjeti u provedbi razvojne strategije jesu politike strukturnih prilagodbi i aktivne mjere podrške države industriji tekstila i odjeće. Politika razvoja hrvatske industrije tekstila i odjeće temelji se na aktivnoj ulozi države u stvaranju stabilnog makroekonomskog i poslovno-poticajnog okruženja. Ova politika uvažava specifičnosti dosadašnjeg razvoja ovog sektora i smješta se u okvir prilika odnosno ograničenja koje proizlaze iz činjenice da je Hrvatska članica Svjetske trgovinske organizacije i u intenzivnom je procesu integracije u EU. U tom okviru predlaže se razvojna strategija i u sklopu iste, politike i mjere njene provedbe.“ [8]

U skladu s takvim opredjeljenjem izvedena je unutar studije „Strateške odrednice razvoja industrije tekstila i odjeće u Hrvatskoj za razdoblje od 2006. do 2015.“ analiza stanja industrije tekstila i odjeće, SWOT analiza odnosno analiza snaga, slabosti, prilika i prijetnji za razvoj tekstilne i odjevne industrije, dana je projekcija rasta i očekivane prilagodbe strukture unutar tekstilne i odjevne industrije osnovom perspektive u međunarodnoj razmjeni, polaznih osnova i projekcije budućih kretanja za status quo projekciju i alternativni scenarij poticanja proizvodnje s visokom dodanom vrijednošću. Također, tržišno repozicioniranje same industrije određeno je obzirom na međunarodnu podjelu rada, izabrane kriterije i odrednice uspjeha, te obzirom na sastavnice tržišnog repozicioniranja. Sastavni dio razvojne strategije uključuje polazne činjenice o hrvatskoj tekstilnoj industriji, koncept dugoročnog razvoja i strateška opredjeljenja i organizacijsku problematiku. Naime, provedena istraživanja ukazala su na poslovanje koje je oslonjeno na mješovitu proizvodnju – istovremenu kombinaciju lohn poslova i razvoja vlastitog proizvoda, dok se koncept dugoročnog razvoja i ključna strateška opredjeljenja oslanjaju na „identificirane tržišne prilike i mogućnosti koje ona može iskoristiti, ključne ciljeve kojima valja stremiti, te na organizacijske okvire kojima u sklopu kojih se nakane cjelovitoga razvojnog restrukturiranja mogu učinkovito ostvariti, a ključna strateška opredjeljenja i organizacijski okvir razvojne strategije određen je skupom ključnih razvojnih ciljeva, kao što su tržišno repozicioniranje sukladno mogućnostima i sposobnostima hrvatskih tekstilnih tvrtki, prijenos tehnologije i inovacija s ustrajanjem na većem udjelu vlastitih znanja, proizvodna specijalizacija s ulaskom u tržišne niše više kvalitete i cjenovnih razreda, okrupnjavanje tekstilnih tvrtki s nakanom postizanja veće pregovaračke sposobnosti, kadrovska prilagođavanje novim tržišnim, tehnološkim i organizacijskim uvjetima poslovanja i razvoja.“ Kao dodatni vjetar u leđa, predviđene su politika i mjere strukturnih prilagodbi osnovom sustava državnih potpora. [1]

4. Vezani pokazatelji

U tom smislu, a i u svrhu realizacije ideje ovoga rada, dani su neki podaci koji govore o parcijalnoj uspješnosti provedenih potpora. Naime, problemi tekstilne i odjevne industrije dublje su naravi – troškovna nekonkurentnost, zastarjela tehnologija, visoko radno intenzivna industrija, sporo restrukturiranje, te nužnoj značajnoj promjeni strukture proizvodnje. Kao rezultat takvih okolnosti, u 2009. godini, rezultiraju ukupnim izravnim i neizravnim financijskim gubicima, samo zbog smanjenoga broja zaposlenih, s oko 358 milijuna gubitka na razini gospodarstva u cjelini. [9]

Kriterij perspektive u međunarodnoj razmjeni ukazuje na stanovito poboljšanje stanja, bar što se tiče smanjenja razlike između izvoza i uvoza, ali zabrinjava konstantni smanjeni obujam izvoza.

Tablica 1: Podaci o vanjskotrgovinskoj razmjeni tekstilne i odjeven industrije RH za 2008-2010 [10]:

Parametar / Godina	2008	2009	2010
Izvoz	3.957.772	3.251.723	3.561.290
Uvoz	7.043.488	5.600.563	5.866.162
Trgovinska bilanca	-3.085.716	-2.348.840	-2.304.872

Također, parametri koji su prikazani u Tablici 2 govore kako financijska sredstva koja država odvaja kroz sustav državnih potpora imaju stalni značajni pad – sa 100 milijuna u 2008. na svega 30 dodijeljenih milijuna u 2010. godini, iako je prema natječaju bila određena svota od 40 milijuna kuna. Sukladno tome i prosječno dodijeljena sredstva po tvrtki su u značajnom padu – sa cca 1,2 milijuna kuna na cca 399 tisuća kuna.

Tablica 2: Podaci o potporama za 2008-2010 [11]:

Parametar / Godina	2008	2009	2010	<i>Ukupno 2008 - 2010 Broj potpora / financijska sredstva Ā</i>
Broj tvrtki	82	125	75	282
Financijska sredstva u kn	100.000.000,00	80.000.000,00	30.000.000,00	210.000.000,00
Prosječna sredstva po tvrtki	1.219.512,20	640.000,00	400.000,00	744.680,85

Iz navedenih podataka u Tablici 2 moguće je uočiti da se 2010. u odnosu na 2009. značajno smanjio broj tvrtki koje su uopće tražile poticaje odnosno da se smanjio broj tekstilnih tvrtki koje egzistiraju na tržištu. Sve to posljedica je svjetske krize odnosno recesije, što se reflektiralo na hrvatske tekstilne i odjevne tvrtke. Također se može zaključiti da se nakon prvih poticajnih sredstava koji su u prosjeku iznosili oko 1,2 milijuna kuna po tvrtki, broj tvrtki koje su 2009. tražile poticaje povećao za cca 50%, te nakon 2009. kada su prosječni poticaji po tvrtki iznosili upola manje (640 tisuća kuna), a za 2010. još su se smanjili za cca 40%. Svi ovi podaci indikativno ukazuju kako država nema snage za kontinuiranim praćenjem proklamirane strategije razvoja, jer je u tekstilnu industriju u tri godine uložila cca 210 milijuna, a samo je u 2009. izgubila 358 milijuna izgubila iz ranije razloga navedenih.

Tablica 3: Odnos broja zaposlenih i dobivenih potpora za 2009 [11]:

Godina 2009	Broj tvrtki	Financijska sredstva	Broj zaposlenih u predmetnih 125 tvrtki	Odnos potpore po zaposlenom
	125	80.000.000	17.446	4.585,58

Nekonzistentnost kriterija za dodjelu državnih potpora, a što se može zaključiti iz nepotpune transparentnosti javnih natječaja, kao i kriterija kontrole utroška dobivenih potpora, iako isti postoje, kao i relativna kompliciranost postupka (a koja se složenost može vidjeti iz uvjeta koje tvrtke trebaju zadovoljiti pri apliciranju) parcijalno je uvjetovalo diskriminativni odnos države prema svim tvrtka unutar industrije. Takva kretanja u suprotnosti su s konstatacijom kako je „zadatak Središnje države stvoriti uvjete za **ubrzano strukturno prilagođavanje i rast konkurentnosti** hrvatske industrije tekstila i odjeće.“ [1] Također, iz podataka koji su prikazani u Tablici 3 potpora po zaposlenom u 2009. nikako nije dovoljna za brzo strukturno prilagođavanje i rast konkurentnosti.

Usprkos većini negativnih trendova, prisutni su i blagi pozitivni trendovi - broj zaposlenih u tekstilnoj i odjevnoj industriji raste, te je s kraja 2010. sa 21.361 povećan u proljeće 2011. na 21.814, što govori i o povećanju narudžbi. Na jesen 2011. broj zaposlenih je ipak smanjen na 21.400, što je još uvijek više nego u 2010. godini. U odjevnoj industriji zabilježeno je povećanje indeksa proizvodnje od 5,5 %. Robna je razmjena negativna, više se uvozi nego izvozi, osobito odjevnih predmeta, pa tako u prvih devet mjeseci 2011. uvezeno je za čak 6,5 % više odjevnih predmeta u odnosu na isto razdoblje 2010. Plaće u tekstilnoj i odjevnoj industriji među najnižim su u prerađivačkoj industriji, a usprkos tomu odjevna industrija zabilježila je čak i blagi rast plaća. Odjevna industrija ostvaruje 4% udjela u ukupnom izvozu, te 10 % u izvozu prerađivačke industrije kao i 14 % zaposlenih u prerađivačkoj industriji. Ukupni prihodi u 2010. godini bili su 1,1 posto manji, što ipak znači da tvrtke pronalaze i ostvaruju poslove, podignuta je razina tehnoloških

ulaganja i popunjenosti kapaciteta. Budući trend ulaganja u nove tehnologije ovih industrija pojačat će i njihovu konkurentnost. [12]

5. Zaključak

Politika razvoja hrvatske industrije tekstila i odjeće temelji se na aktivnoj ulozi države u stvaranju stabilnog makroekonomskog i poslovnog okruženja uključivo potpore i poticaje. Shodno tome dodjela državnih nepovratnih sredstava odnosno poticaja tvrtkama unutar tekstilne industrije pokrenuta je tek 2008.godine. Dodijeljeni državni poticaji trebali bi omogućiti tekstilnim i odjevnim tvrtkama bolje tržišno repozicioniranje sukladno njihovim mogućnostima i sposobnostima, prijenos tehnologije i inovacija s ustrajanjem na većem udjelu vlastitih znanja, specijalizaciju proizvodnje s ulaskom na tržište veće kvalitete i cijene, okrupnjavanje tvrtki s nakanom postizanja veće pregovaračke sposobnosti kao i kadrovsku izobrazbu (tehnološkim i organizacijskim uvjetima poslovanja i razvoja). Međutim, postoji problematika tekstilne i odjevne industrije koja je vezana za troškovnu nekonkurentnost, zastarjelu tehnologiju, sporo restrukturiranje kao i nedovoljnu prisutnost stručnih kadrova. Rezultat takvih okolnosti, u 2009. godini, su poslovanje navedenih tvrtki s gubicima kao i drastično smanjenje broja zaposlenih. Na žalost kroz ovo kratko razdoblje od 2008. do 2010. godine financijska sredstva koja država odvaja kroz sustav državnih potpora u stalnom su padu sa 100 milijuna kuna u 2008. na 30 milijuna kuna u 2010. godini. Sukladno tome i prosječno dodijeljena sredstva po tvrtki su u padu sa cca 1,2 milijuna kuna na cca 399 tisuća kuna. Iz svega iznesenog može se zaključiti da država nema snage za kontinuirano praćenje strategije razvoja tekstilne i odjevne industrije, jer se u tri godine uložilo cca. 150 milijuna kuna manje nego što je navedena industrija samo 2009. godine imala gubitaka.

Literatura

- [1] Teodorović, I., et.al.: Strateške odrednice razvoja industrije tekstila i odjeće u Hrvatskoj za razdoblje od 2006. do 2015., Ekonomski institut Zagreb, Zagreb, 2007.
- [2] Mužić, V. : *Metodologija pedagoškog istraživanja*, Svjetlost, Sarajevo, 1979.
- [3] Mill, J.S. : *Sistem deduktivne i induktivne logike*, II. knjiga, 1885.
- [4] Zelenika, R.: *Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela*, EF, Rijeka, 2000.
- [5] Zakon o državnim potporama (NN 47/03, NN 60/04 i NN 140/05), Sporazum o stabilizaciji i pridruživanju Republike Hrvatske Europskoj uniji (2001.). Detaljnija razrada sustava državnih potpora opisana je u Uredbi o državnim potporama NN 121/03.
- [6] Teodorović, I., et.al.: Strateške odrednice razvoja industrije tekstila i odjeće u Hrvatskoj za razdoblje od 2006. do 2015., Ekonomski institut Zagreb, Zagreb, 2007., str. 69.
- [7] Ibidem, str. 69.
- [8] Ibidem, str. 66.
- [9] Lušić, M.: Strategija tekstilne i odjevne industrije – status i perspektive, Zbornik TZG 2010, D.Ujević (Urednik), str. 15 – 25, ISBN 978-953-7105-35-8, Zagreb, siječanj 2010, TTF, Zagreb, 2010.
- [10] Izvedeno prema podacima HGK, <http://hgk.biznet.hr/hgk/fileovi/20538.pdf>, (Tečajna lista HNB br. 4 od 05.01.2012. srednji tečaj US\$); <http://www.dzs.hr> *Pristupljeno* 2012-01-05; EURATEX, 2011/1
- [11] Izvedeno prema podacima Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva, www.mingorp.hr, *Pristupljeno* 2012-01-05
- [12] Podaci preuzeti s <http://www.poslovni.hr/vijesti/hgk-raste-broj-zaposlenih-u-tekstilnoj-i-odjevnoj-industriji-190977.aspx>, *Pristupljeno* 2012-01-05

ANALIZA MOGUĆNOSTI ZA RAZVOJ KLASTERA ODJEVNE INDUSTRIJE

ANALYSIS OF OPPORTUNITIES FOR DEVELOPMENT OF CLOTHING INDUSTRY CLUSTER

Vasilije PETROVIĆ; Jovan STEPANOVIĆ; Vasilije KOVAČEV; Marija SAVIĆ & Mirjana RELJIĆ

Sažetak: U radu su razmatrani realni uvjeti za razvoj klastera odjevne industrije u regiji Južnog Banata. Ističe se da je klaster geografska koncentracija međusobno povezanih poduzeća, specijaliziranih dobavljača, pružatelja usluga, poduzeća u pratećim industrijama i institucija u određenim oblastima koja su konkurencija jedni drugima, ali također i surađuju. Istraživanje je realizirano na bazi posebno projektiranog instrumenta – ekspertnog intervjua. Ovo istraživanje je podrazumijevalo projektiranje upitnika i uzorka ispitanika. Uzorak istraživanja je projektiran na veličinu od 18 jedinica (poduzeća). Dobiveni rezultati istraživanja pokazuju visok stupanj zainteresiranosti ispitanika za suradnju na zajedničkim ciljevima povezivanja u klaster njihovih poduzeća. Tako je npr. ciljeve kao što su osnivanje i rast klastera, jačanje regionalnog identiteta, građenje nacionalnog i međunarodnog ugleda, promoviranje investicija – domaćih i stranih direktnih investicija, podržalo čak 94,44% ispitanika.

Abstract: The paper discusses the real conditions for the development of clothing industry cluster in the region of South Banat. It is emphasized that cluster represents geographic concentration of interconnected company, specialized suppliers, service providers, enterprises in related industries and institutions in specific areas that are competitive to each other but also cooperate. Research was implemented on the basis of a specially designed instrument – Expert interviews. This research implied the design of the questionnaire and sample. Sample was designed to a size of 18 units (companies). The results of research show a high level of interest of participants to collaborate on common goals to clustering their businesses. For example, the goals, such as establishment and development of clusters, strengthening of regional identity, building of national and international reputation, promotion of investment – both domestic and foreign direct investment, has supported even 94,44% of respondents.

Ključne riječi: klaster, odjevna industrija, stavovi rukovoditelja, ekspertski intervjui

Keywords: cluster, clothing industry, attitudes of managers, expert interviews

1. Uvod

Tekstilna industrija je posebno osjetljiva na recesiju. Prezasićenost tržišta jeftinim tekstilijama i ekspanzija proizvodnje u azijskim zemljama, doveli su do krize u tekstilnoj industriji, posebno u državama u tranziciji. Tekstilna industrija u Srbiji, koja pripada zemljama koje su u tranziciji, pretrpjela je katastrofalan pad proizvodnje. Do toga je doveo najviše izbor neadekvatnih modela privatizacije kao i nedostatak novih investicija i nepostojanja sredstava i strategije vlade za razvoj novih inovativnih tehnologija koje bi premostile prezasićenost tržišta konvencionalnim tekstilijama i nekorektnu konkurenciju robe istočnih zemalja. [1-3]

S druge strane, na odjevnu industriju očigledan je sve veći pritisak koji se ogleda u zahtjevima potrošača da plate manje, a dobiju više, kao i sve veći utjecaj lanaca supermarketa. Kao glavni pokretači konkurentnosti u sektoru proizvodnje odjeće danas se izdvajaju pritisak na smanjenje cijena, kao i pritisak za širim asortimanom proizvoda, što uzrokuje usitnjavanje radnih naloga, stalne zahtjeve za povećanje kvalitete i skraćivanje rokova isporuke. Osim spomenutih faktora za konkurentnost poduzeća vrlo je važna i njihova fleksibilnost.

Odjevna industrija Srbije danas se nalazi u teškom položaju. Glavni problemi vezani su za malo i ograničeno domaće tržište sa slabom kupovnom moći potrošača, mali broj stranih kupaca, visoku cijenu rada u odnosu na tržišta s kojima se natječe, nedostatak odgovarajuće razvojne strategije kao i slabo razvijenu prateću industriju. Stoga je jedno od dobrih rješenja da se zaustavi izrazito jak silazni trend u proizvodnji i prodaji odjeće, klustersko udruživanje poduzeća. Klaster je geografska koncentracija međusobno povezanih poduzeća, specijaliziranih dobavljača, pružatelja usluga, poduzeća u pratećim industrijama i institucija u određenim oblastima koji su konkurencija jedni drugima, ali također i surađuju [4].

Paradoksalna činjenica je da danas međunarodna konkurentnost poduzeća u uvjetima globalizacije sve više ovisi o sposobnosti međusobne suradnje na lokalnoj razini.

Neki od ciljeva za pristupanje klasteru su:

- ❖ povećanje konkurentnosti domaćih proizvoda na domaćem i stranom tržištu, kao i ostvarivanje uvjeta za proširenje tržišta (povećanje izvoza),
- ❖ bolje i efikasnije korištenje domaćih resursa (prirodnih, proizvodnih i kadrovskih),
- ❖ iniciranje i podrška suradnje između poduzeća, obrazovnih i razvojnih institucija,
- ❖ povezivanje s fondovima za financiranje novih projekata,
- ❖ obuka i obrazovanje,
- ❖ ostali ciljevi vezani za međusobne interese članica klastera, regije kao i vlade.

Činjenica je da klasteri blisko surađuju s vladom. To omogućava članicama klastera dobivanje i mogućnosti većeg utjecaja na unapređenje zakonodavnog i institucionalnog okvira za poslovanje, otklanjanje administrativnih i drugih barijera, a time i na unapređenje konkurentnosti cjelokupne privrede.

Pokazalo se da se ključni faktori uspjeha tekstilne industrije danas ogledaju u klasterskom povezivanju koje osigurava inovativnost, fleksibilnost i kvalificirani rad. Povezivanje u klastere znači i suradnju i inovativnost (poduzeća svih veličina iz različitih djelatnosti – aktivni partneri); nadovezivanje na obrazovanje, osposobljavanje, razvoj novih tehnologija, uvođenje novih tehnologija u poslovne procese i sl.; ofenzivno uključivanje u međunarodne razvojne tokove kao i kreiranje prilika, a ne samo praćenje postojećih. Stoga je u eksperimentalnom radu izvršena analiza postojećeg stanja s ciljem ocjene mogućnosti unapređenja razvoja klastera odjevne industrije [5-7].

2. Eksperimentalni dio

Da bi se uspostavio model za ocjenu zainteresiranosti poduzeća za suradnju sa znanstvenim institucijama kroz klastersko udruživanje, izvršena je analiza stavova rukovoditelja u poduzećima iz regije Južnog Banata. Istraživanje je realizirano na bazi posebno projektiranog instrumenta – ekspertnog intervjua. Ovo istraživanje je podrazumijevalo projektiranje upitnika i uzorka ispitanika.

Intervju je neposredan i strukturiran, a njegova uloga je da omogući dobivanje relevantnih stavova iz ove oblasti. Upitnik je projektiran tako da obuhvaća pitanja vezana uz ocjenu razine zainteresiranosti poduzeća za klastersko povezivanje.

Metode procjene anketa pripadaju u tzv. kvalitativne ili događajne metode, tj. one uglavnom daju odgovore na pitanja što će se dogoditi, kada će se to dogoditi i koja je vjerojatnost da će se to dogoditi. Uglavnom, to su bezuvjetne metode jer pojava prognoziranih događaja najčešće nije uvjetovana pojavom drugog događaja. Ove metode zasnivaju se na osnovnoj hipotezi da buduće stanje u najvećoj mjeri uvjetuju informacije o sadašnjem i prošlom stanju.

S obzirom da su prognoze sredstvo koje može smanjiti nesigurnost budućnosti, logično je da prognoziranje treba prethoditi planiranju jer je to metoda pomoću koje se može utvrditi dokle se može vremenski ići s planovima, što treba, a što u danim uvjetima ne može ili se ne isplati planirati.

Uzorak istraživanja je projektiran na veličinu od 18 jedinica (poduzeća). Od tog broja 5 poduzeća su imala do 10 zaposlenih radnika (mikro poduzeća), 10 poduzeća su imala do 50 zaposlenih (mala poduzeća), 2 poduzeća imala su do 250 zaposlenih (srednja poduzeća) i jedno poduzeće imalo je preko 250 zaposlenih radnika (veliko poduzeće). Sva poduzeća su se nalazila u privatnom vlasništvu. Što se tiče strukture ispitanika, njih 16 su vlasnici poduzeća, dok je jedan ispitanik menadžer za ljudske resurse, a jedan ispitanik je suradnik u organiziranju i praćenju proizvodnje [8].

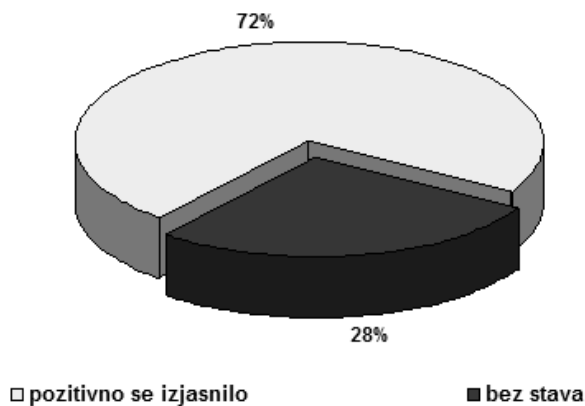
3. Rezultati i rasprava

Kao najznačajniji rezultati istraživanja mogu se uočiti sljedeći stavovi ispitanika koje su dali kao odgovore na pojedina pitanja [8]. Preko 93% ispitanika je upoznato s pojmom klaster. Ispitanici klaster definiraju na sljedeći način:

- ❖ Klaster je grupa srodnih i geografski bliskih firmi, organizacija i institucija, koje prepoznaju zajednički interes i koje se međusobno podržavaju potičući kreativnu energiju za sistematsko unapređivanje procesa u lancu proizvodnje, plasmana i inoviranja proizvoda u cilju stjecanja i održavanja konkurentne prednosti.
- ❖ Klaster na bazi povezivanja znanosti i prakse (osposobljavanje kadrova za svoje potrebe). Suradnja – povezivanje između više proizvođača i zajednički nastup.
- ❖ Organizacija međusobno povezanih poduzeća iste struke u određenoj regiji.
- ❖ Udruženje poduzeća sa zajedničkim interesima i ciljevima u poslovanju.
- ❖ Udruživanje više firmi (MPS) radi uspješnijeg i lakšeg poslovanja.
- ❖ Udruženje više firmi.
- ❖ Grupa povezanih poduzeća koja surađuju u regiji.
- ❖ Grupacija.

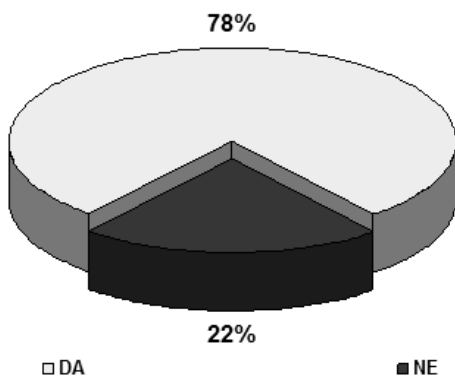
- ❖ Grupa povezanih poduzeća.
 - ❖ Da – grupa povezanih poduzeća na regionalnoj razini.
 - ❖ Suradnja malih i srednjih poduzeća s ciljem unapređenja poslovanja.
- Svi ispitanici smatraju da je udruživanje na klsterskoj osnovi značajno za razvoj konkurentnosti njihovih poduzeća. Funkcije koje bi poduzeća mogla prenijeti na klster prema mišljenju ispitanika su:
- ❖ Organiziranje nastupa na inozemnom tržištu – 18,8%
 - ❖ Usavršavanje proizvodnje i osvajanje novih proizvoda – 15,9%
 - ❖ Nabava opreme i tehnoloških rješenja – 13,6%
 - ❖ Standardizacija kvalitete – 13,6%
 - ❖ Usavršavanje zaposlenih – 11,36%
 - ❖ Promotivno djelovanje – 9,1%
 - ❖ Organiziranje sajмова i izložbi – 9,1%
 - ❖ Razvijanje robne marke – 6,8%
 - ❖ Razvoj franšizing sustava – 1,74%.

Na slici 1 prikazani su još neki stavovi ispitanika o opravdanosti zajedničkih ciljeva povezivanja u klster za njihova poduzeća [8].



72% ispitanika smatra da je značajan zajednički cilj za osnivanje klastera:

Istraživanje i razvoj – stvaranje mreže unutar klastera i među klasterima, (izrada baze podataka poduzeća, adresar dobavljača i pružatelja usluga, internet stranica, mjesečne informacije o novostima u branši i okruženju, izdavanje periodičnog časopisa,...)



78% ispitanika smatra da je značajan zajednički cilj za osnivanje klastera:

Unapređenje obučenosti kadrova kroz različite vrste industrijskog treninga, kao i razmjene iskustava i kontakata...

Slika 1: Stavovi ispitanika o opravdanosti zajedničkih ciljeva za njihova poduzeća pri povezivanju u klster

Na pitanje: „Smatrate li da su za vašu organizaciju opravdani sljedeći zajednički ciljevi za osnivanje klastera“, ispitanici su odgovorili potvrdno za:

- ❖ Poslovna suradnja (iniciranje i podrška projektima kooperacije između poduzeća, obrazovnih institucija i vlade, povezivanje s fondovima za financiranje inovativnih projekata) – 83,33%
- ❖ Utjecaj na politiku (lobiranje i kreiranje dijaloga između industrije, znanstvene zajednice i vlade) – 66,67%
- ❖ Inovacije i tehnologije (olakšavanje procesa inovacija, praćenje trendova, širenje novih znanja i uvođenje standarda kvalitete, poboljšanje tehnoloških procesa) – 72,22%
- ❖ Rast klastera, jačanje regionalnog identiteta, građenje nacionalnog i međunarodnog ugleda, promoviranje investicija – domaćih i stranih direktnih investicija – 94,44% [8-9].

Dobiveni rezultati pokazuju visok stupanj zainteresiranosti poduzeća odjevnе industrije za uspostavljanje klsterskog povezivanja. Rezultati ukazuju i na potrebu poduzimanja dodatnih aktivnosti u smjeru ostvarivanja tog cilja. Na osnovu ovih rezultata neophodno je predložiti odgovarajuće mjere koje bi te privredne subjekte u narednom periodu intenzivnije potakle da svoj razvoj usmjeravaju ka klsterskom

povezivanju. Budući da sva poduzeća imaju svoju vlastitu viziju razvoja i vlastite specifičnosti u svojim proizvodnim programima, neophodno je pronaći zajedničke osnove koje bi bile za sva poduzeća prihvatljive i koje bi doprinijele zajedničkom nastupu na tržištu. Prvi koraci moraju se usmjeriti na svladavanje početnih problema koji se javljaju pri ovoj vrsti organiziranja, a to su:

- ❖ nepovjerenje u vladine inicijative,
- ❖ nepovjerenje između poduzeća,
- ❖ nedostatak duha međusobnog natjecanja,
- ❖ nedostatak stranih investicija,
- ❖ prepreke za razvoj poduzetništva, poglavito nedostatak slobodnog kapitala,
- ❖ neusklađenost drugih mikroekonomskih politika (politika obrazovanja, politika inovacija i sl.)
- ❖ nedovoljno opće znanje o klasterima, nedostatak stručnjaka za razvoj koncepta.

Poduzete aktivnosti trebale bi stvoriti snagu klastera koja bi se ogledala u sljedećem:

- ❖ specijalizirani inputi i radnici (znanja, vještine)
- ❖ pristup tehnologiji i informaciji
- ❖ srodnosti i dopunjavanja
- ❖ pristup institucijama i javnim dobrima
- ❖ motivacija i mogućnost usporedbe
- ❖ izvori kapitala

4. Zaključci

Realni uvjeti poslovanja danas nameću proizvođačima odjeće da traže nove putove do svog uspjeha na tržištu. Rezultati ispitivanja stavova rukovoditelja u poduzećima pokazuju njihovu visoku zainteresiranost za klstersko povezivanje, a time i za suradnju sa znanstvenim institucijama za poslove razvoja inovacija i kvalitete novih proizvoda. Stoga se na osnovu rezultata u ovom radu pokazalo kao prihvatljivo rješenje razvoja poduzeća preko klsterskog povezivanja. Time bi se težilo k ostvarivanju sljedećih ciljeva: postizanje visoke razine partnerskih odnosa za poboljšanje inovativnosti i tehnološkog razvoja; uklanjanje prepreka za povećanje produktivnosti; jačanje sposobnosti poduzeća za djelovanje na međunarodnom tržištu; kreiranje strateškog partnerstva i povezivanja, kao i privlačenja stranih direktnih investicija.

Literatura

- [1] Stamenković M., Ekspanzija produkcije i primene tehničkih tekstilija novi trend u tekstilnoj tehnologiji, Sekcijsko predavanje, VIII Simpozijum: Savremene tehnologije i privredni razvoj – sa međunarodnim učešćem, Tehnološki fakultet, Leskovac, 23-24.10.2009.
- [2] Stepanovic J. i sur, Design of fabric breaking characteristics, Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, No.1. (2007) 45-55
- [3] Stepanovic J. i sur, Projecting of breakage characteristics of fabrics in linen weave, Fibres and Textiles, No.1, (2007) 25-29
- [4] Porter M. E., The Competitive Advantage of Nation, Free Press, New York, (1990)
- [5] Petrović V. i sur, Analiza upravljanja proizvodnjom u odevnoj industriji, Međunarodni naučno-stručni skup »ENERGETSKA EFIKASNOST – 2009. – sa tematskom konferencijom: znanje, organizacija, finansije«, Srbija solar, 22-23 maj 2009., Vrnjačka Banja
- [6] Petrović V. i sur, Odevna tehnologija na prelazu milenijuma, naučno – stručni skup Menadžment, inovacije, razvoj, Vrnjačka Banja, 10-11 oktobra 2008., (rad objavljen u Zborniku radova u elektronskoj formi).
- [7] Petrović V. i sur: Savremene tehnologije u odevnoj industriji, II Naučno-stručni skup Tekstilne industrije Zapadne Srbije, Regionalna privredna komora Užice, 21-23. septembar 2006. godine, Ivanjica
- [8] Projekat pod nazivom: "Implementacija sistema kvaliteta i inovacionih tehnika u razvoju novih proizvoda klastera odevne industrije", Evidencioni broj 114-451-02339/2008-02, sufinansiranog od AP Vojvodina - Pokrajinski sekretarijat za nauku i tehnološki razvoj.
- [9] Petrović V. i sur, Mogućnosti razvoja dizajna modnih proizvoda inspiriranih kulturnim nasljeđem Vojvodine, 4 međunarodno znanstveno–stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo, Tekstilno–tehnološki fakultet, Zagreb, 24 januar 2011, Zbornik radova 163-166

ISTRAŽIVANJE TERMINSKOG TRGOVANJA U FUNKCIJI RAZVOJA TEKSTILNE I ODJEVNE INDUSTRIJE U RH

INVESTIGATION OF FUTURES TRADING IN THE FUNCTION OF THE DEVELOPMENT OF THE TEXTILE AND CLOTHING INDUSTRY IN CROATIA

Bosiljka ŠARAVANJA; Tonći LAZIBAT & Darko UJEVIĆ

Sažetak: Ovaj rad obrađuje povijesni pregled nastanka i razvoja terminskog poslovanja koje se odvija na burzama. Terminske burze nude opcije na gotovo sve terminske ugovore kojima se trguje na toj osnovi. Pored opcija na robne terminske ugovore postoje opcije i na različite financijske instrumente kao što su ugovori za valute i devize, obveznice, certifikati o depozitu, blagajnički zapisi, dionice itd. Na terminskim burzama može se trgovati različitim oblicima roba, novca i usluga (zlato, bakar, pšenica, pamuk, kava, devize, mjenice, prijevoz robe i putnika, špedicije, turističke i druge usluge u prometu robe i usluga). Također su iznesene osnovne postavke trgovanja opcijama na terminske ugovore kao i strategije trgovanja opcijama. Poznavanje svih navedenih činjenica preduvjet je za uspješno provođenje terminskog trgovanja u hrvatskim tekstilnim i odjevnim industrijama, čime bi se ostvarili bolji poslovni rezultati, olakšalo strateško planiranje te smanjili rizici od promjena cijena na tržištu.

Abstract: A historical overview of the origin and development of futures trading that takes place on stock exchanges is given. Futures exchanges offer options for nearly all futures contracts traded on this basis. In addition to options on commodity futures contracts, there are different financial instruments such as contracts for foreign exchange and currency, bonds, certificates of deposit, treasury bills, shares etc. On futures exchanges different forms of commodities, money and services (gold, copper, wheat, cotton, coffee, currency, bills of exchange, transportation of goods and passengers, freight forwarding, tourist and other services in the transportation of goods and services) are traded. Basic propositions of options trading in futures contracts as well as strategies of options trading are submitted. Knowing all these facts is a prerequisite for the successful implementation of futures trading in the Croatian textile and clothing industry in order to deliver better business results, to facilitate strategic planning, and to reduce the risks of market price changes.

Ključne riječi: terminsko trgovanje, burze, call opcije, put opcije, tekstilna i odjevna industrija

Keywords: futures trading, stock exchanges, call options, put options, textile and clothing industry

1. Uvod

Prvi terminski ugovori javljaju se 1865. godine a moderno terminsko poslovanje na robnim burzama započinje u 19. stoljeću na području američkog srednjeg zapada i to na burzi Chicago Board of Trade (CBOT) koja je osnovana 1848. godine. Prava ekspanzija trgovanja terminskim ugovorima započinje u sedamdesetim godinama, kada je ukinut sustav fiksnih deviznih tečajeva. Desetak godina poslije, 1982. godine, dolazi do novog, bitnog iskoraka na terminskim burzama, razvija se trgovinama opcijama na terminske ugovore. Terminske burze u pravilu nude opcije na gotovo sve terminske ugovore kojima se trguje na toj osnovi. Pored opcija na robne terminske ugovore postoje opcije i na različite financijske instrumente kao što su ugovori za valute i devize, obveznice, certifikati o depozitu, blagajnički zapisi, dionice itd. Za hrvatske gospodarske subjekte i gospodarske subjekte većine tranzicijskih zemalja burzovno poslovanje, terminski poslovi, a posebno trgovina opcijama, gotovo su nepoznanica. Strategije trgovanja opcijama na terminske ugovore odnosno trgovanja je najnoviji i najsofisticiraniji oblik poslovanja na burzama. Cilj terminskog poslovanja je pokušaj zarade na razlici u cijeni u vremenu od sklapanja ugovora do roka dospijea ugovora. Na robnim burzama se mogu sklapati ugovori i za robu koja se u trenutku sklapanja ugovora tek namjerava proizvesti ili kupiti prije dospijea roka isporuke, te zaraditi na toj transakciji. Kod terminskih poslova vrlo rijetko se stvarno isporučuje predmet kupoprodaje (realni terminski poslovi), te se zapravo radi o kupnji i prodaji ugovora radi špekulacije (špekulativni terminski poslovi). Trgovanje na burzi odnosno terminsko trgovanje odvija se više od stoljeća, ali trgovina naprednim instrumentima terminskog tržišta i dalje predstavlja jedan od najsofisticiranijih oblika suvremenog poslovanja. U kreiranju novih instrumenata terminskog tržišta, ali i korištenju postojećih najdalje su otišle najrazvijenije zemlje poput SAD-a, Japana, Velike Britanije itd. Temeljna kvaliteta robe koja je predmet terminskog posla određuje se preciziranjem kvalitete i određivanjem standarda za kvalitetu. Pri realnim isporukama robe služi se obračun

premija ili bonifikacija usporedbom kvalitete isporučene robe s temeljnom kvalitetom, čime se na burzi postižu ujednačeni i tipizirani uvjeti trgovanja. Korekcije cijena burzovnih artikala su premije i bonifikacije. Ako je kvaliteta robe lošija od ugovorene kvalitete odobravaju se bonifikacije (popusti) a ukoliko je roba bolje kvalitete od ugovorene dodaju se premije, čime se zaštićuju i kupac i prodavač. Utvrđivanje temeljne cijene postiže se ujednačenim uvjetima trgovanja kada je roba ujednačene kvalitete. Dogovaranje termina isporuke regulira se burzovnim propisima. Najdulji rok je godina dana. Cijena ovisi o roku dospijeaća. Ukoliko je rok dospijeaća dulji to su i cijene više i obrnuto. Postoje dvije vrste razlika u cijeni:

- Kontago je razlika u cijeni u korist duljih termina isporuke u terminskim poslovima na burzi, pri čemu je viša cijena za ugovore s duljim terminom isporuke
- Backwardation je razlika u cijeni u korist kraćih termina isporuke odnosno cijene su više u kraćim terminima isporuke a niže u duljim terminima isporuke [1-3]

Postoje tri osnovne vrste artikala koji se mogu kupovati ili prodavati na burzama:

- razne vrste robe – pšenica, kukuruz, ječam, šećer, kava, čaj, kakao, koža, pamuk i sl., obojeni metali (bakar, olovo, aluminij, srebro, zlato i sl.), sirovine, poluprerađevine i roba ujednačene, poznate i priznate standardizirane kvalitete
- novac – valute, efektivni novac, devize, mjenice i sl.
- usluge – iznajmljivanje broskog prostora, prijevoz robe i putnika, špedicije, turističke i druge usluge u prometu robe i usluga



Slika 1: Artikli kojima se trguje na burzama [4]

2. Trgovanje opcijama na terminske ugovore

Trgovina se kroz povijest razvijala od trampe (bartera) i promptnog trgovanja (spot, cash), preko budućeg tržišta (forward market) i terminskog trgovanja (futures market) do najsofisticiranijeg oblika trgovanja, trgovine opcijama na terminske ugovore. Opcija je dvostrani ugovor između kupca i prodavatelja, koji kupcu daje pravo (ali ga ne obvezuje) da kupi ili proda dani terminski ugovor, po unaprijed određenoj udarnoj cijeni. Ako kupac ima pravo kupiti terminski ugovor po unaprijed specificiranoj (udarnoj) cijeni, onda govorimo o call opcijama. Ako, pak, kupac ima pravo prodati terminski ugovor po unaprijed specificiranoj cijeni, onda je riječ o put opcijama. Tri su glavne karakteristike trgovanja opcijama:

- Prva je mogućnost izbora kupiti/prodati ili odustati.
- Druga je rok do kojega opcija vrijedi.
- Treća je cijena opcije koju nazivamo premijom.

Zbog različitih ciljeva, psiholoških profila, obrazovanja i poznavanja tržišta i tehnika trgovanja primjenjivati će se i različite strategije, od najjednostavnijih do najsofisticiranijih. Jednostavne su strategije rizičnije, daju mogućnost većih profita, ali i većih gubitaka. Složenije strategije, pak, omogućuju neograničene profitne potencijale uz unaprijed ograničen rizik. Uvjet za njihovu primjenu vrsna su i specijalistička poznavanja tehnika trgovanja na terminskim i opsijskim tržištima. Upravo su u tome i prednosti trgovanja opcijama na terminske ugovore u odnosu na izravno trgovanje takvim ugovorima. Zemlje u tranziciji, a tako i naša zemlja, nemaju razvijenu tradiciju terminskog trgovanja, pa stoga nisu ni razvijena terminska tržišta na našem području. Umjesto toga, potrebno je usvojiti suvremena znanja i vještine terminskog trgovanja i koristeći se suvremenim komunikacijskim tehnologijama, aktivno se uključiti u trgovinu na najrazvijenijim svjetskim burzama. Na njima je frekvencija trgovanja i likvidnost mnogo veća, pa su stoga manji rizici i mnogo je jednostavnije zatvaranje početnih pozicija. Ako hrvatski gospodarski subjekti žele uspješno participirati na svjetskom tržištu, moraju se koristiti i sredstvima i znanjima koja su za to potrebna i koja im ono pruža.

U trgovini opcijama na terminske ugovore prodavatelj i kupac mogu se naći u četiri različite situacije u kojima se njihova očekivanja, prava i obveze bitno razlikuju:

1. Kupac call opcije optimist je i očekuje porast terminske cijene robe za koju želi kupiti opciju

Za takvog se investitora kaže da je bikovski raspoložen ("bull", "bullish"). Kupac call opcije po fiksiranoj udarnoj cijeni plaća dogovorenu premiju i tako dobiva pravo na kupnju tog terminskoga ugovora. Kako bi kupnja call opcije postala profitabilna strategija, terminska cijena robe na koju glasi opcija mora, u dovoljnoj

mjeri, porasti u odnosu na udarnu cijenu koja je specificirana opcijskim ugovorom. Taj porast terminske cijene omogućuje investitoru ostvarenje profita tako da iskoristi opciju i kupi robu po udarnoj cijeni koja je, u tome trenutku, niža od promptne cijene te robe na terminskom tržištu.

2. Prodavatelj call opcije pesimist je i očekuje pad, ili barem jednaku razinu, cijene robe iz terminskog ugovora na koji piše call opciju.

Za takvog trgovca kažemo da je medvjede raspoložen ("bear", "bearish"), odnosno da je neutralan. Prodavatelj call opcije obvezuje se da će kupcu opcije, na njegov zahtjev, prodati dani terminski ugovor po unaprijed specificiranoj (fiksiranoj) udarnoj cijeni. Za tu uslugu prodavatelj call opcije dobiva premiju. Zbog tog je razloga za pisca call opcije bitno da cijena robe padne ili da barem ostane nepromijenjena. Ako cijena robe iz terminskog ugovora stvarno i padne, kupac (imatelj) call opcije neće biti motiviran iskoristiti opciju i kupiti robu po udarnoj cijeni, jednostavno zato što je udarna cijena viša od cijene po kojoj tu istu robu imatelj opcije u tome trenutku može kupiti na terminskom tržištu. Stoga on jednostavno pušta da opcija istekne, pa tako gubi i premiju koja onda piscu opcije ostaje na raspolaganju kao čisti profit.

3. Kupac put opcije pesimist je i očekuje da će cijena robe kojom trguje u narednome razdoblju pasti.

Kupac kupuje put opciju i tako stječe pravo prodaje tog terminskog ugovora po unaprijed određenoj udarnoj cijeni. Za to pravo kupac opcije plaća prodavatelju opcije premiju. U slučaju da cijena robe stvarno i padne, udarna će cijena opcije biti viša od cijene koju se za tu robu može postići u tome trenutku na terminskom tržištu. Stoga i iskorištenje opcije kupcu jamči zaradu.

4. Prodavatelj put opcije mora biti bikovski raspoložen, kako bi pristao na prodaju opcije.

Prodavatelj put opcije očekuje da će cijena robe na čiji terminski ugovor piše opciju porasti. Profit mu jamči porast cijena robe. U takvoj će situaciji kupac opcije pustiti da opcija istekne neiskorištena, a prodavatelj opcije ostvarit će profit jednak iznosu premije.

Činjenica je da iza svake kupljene call ili put opcije, mora postojati netko tko je tu opciju prodao (napisao). Iz toga slijedi da, kao što strategije kupnje opcija odlikuje ograničeni rizik i neograničeni profitni potencijal, strategije prodaje opcija odlikuje neograničeni rizik i ograničeni profitni potencijal [5,6].

3. Strategije trgovanja opcijama

Trgovci (špekulanti) terminskim ugovorima i opcijama izvrsno poznaju strategije i tehnike te trgovine. Ono po čemu se oni međusobno bitno razlikuju jest njihov psihološki profil iz čega onda proizlaze i različita očekivanja budućih tržišnih kretanja. Pa stoga razlikujemo: "kockar", "trgovac" i "bankar".

- "Kockar" je hazarder, ne zanimaju ga mali dobiti, igra na sve ili ništa i uvjeren je u nagle i drastične promjene cijena.
- "Bankar" je najkonzervativniji špekulant, nesklon je riziku i zadovoljava se minimalnim zaradama.
- "Trgovac" je dobar poznavatelj tržišta i cijena, realan je u procjenama i najvještije balansira rizik i zaradu.

Najuspješniji sudionici terminskih i opcijskih tržišta upravo su tzv. trgovci. Strategije trgovanja opcijama na terminske ugovore podijelit ćemo na jednostavne i složene. Pritom ćemo jednostavnim strategijama nazvati one u kojima se radi samo o trgovini opcijama, a složenim strategijama nazivamo sve one strategije u kojima se kombinira kupoprodaja opcija i terminskih ugovora. Postoje jednostavne i složene opcijske strategije.:

- jednostavne opcijske strategije su: *Buying a Call* - kupnja call opcije, *Buying a Put* - kupnja put opcije, *Writing a Naked Call* - prodaja nepokrivene call opcije i *Writing a Naked Put* - prodaja nepokrivene put opcije.
- složene opcijske strategije su: kupnja ili prodaja opcija u kombinaciji s terminskim ugovorima gdje se nude raznovrsne atraktivne strategije, uključivši i tehnike za realizaciju špekulativnih profita, ostvarenje priljeva novca, tehnike za ograničenje tržišnog rizika i sl.

Opcije u kombinaciji sa drugim opcijama mogu stvoriti i tzv. *spread* ili kombinaciju pozicija koje su praktično oslobođene rizika. Sve te strategije mogu biti formirane i prema individualnom cilju špekulanta i prema stanju na tržištu [7,8].

4. Osvrt na hrvatsku tekstilnu industriju

Tržišta kapitala u nastajanju, kojima svakako pripada i Hrvatska, vrlo su mala, nestabilna i nelikvidna a samim time i vrlo rizična. Jedan od osnovnih razloga uvrštenja dionica u Kotaciju javnih dioničkih društava, pored veće transparentnosti, svakako je povećana mogućnost za pribavljanje financijskih sredstava pomoću vrijednosnih papira (dionica ili obveznica). Kupnjom tih vrijednosnih papira potencijalni investitori izloženi su određenim rizicima koji ovise o kvaliteti njegovog poslovanja s jedne strane i tržišnog rizika koji proizlazi iz vanjskih okolnosti, na koje menadžment poduzeća ne može direktno utjecati.

Hrvatska industrija tekstila je jedna od važnijih grana gospodarstva. Na žalost, unazad posljednjih nekoliko godina došlo je do propasti velikih poduzeća, a samim tim i pada broja zaposlenih kao i udjela izvoza u odnosu na druge gospodarstvenike u Republici Hrvatskoj. Na kretanje kapitala u industriji tekstila i odjeće u Hrvatskoj utjecali su brojni čimbenici, od kojih se kao najvažnije ističu: rat i uništeni proizvodni kapaciteti, sporost i problemi u privatizaciji, gubitak prijašnjih tržišta i sporost prilagođavanju novi tržišnim uvjetima, te veliki i tromi sustavi. Današnja modna tržišta su takva da se u vrlo kratkom vremenu mora odgovoriti na njihove izazove. Upravo iz tih razloga mnoge analize pokazuju da je došlo do pada velikih i nefleksibilnih sustava, a s druge strane do porasta malih i srednjih poduzeća koja su fleksibilnija, koja mogu brzo i kvalitetno odgovoriti na zahtjeve vrlo zahtjevnog tržišta. Industrija tekstila i odjeće ubraja se danas među najglobaliziranije industrije na svijetu. Sloboda tržišta dovodi do: pojačanog uvoza, intenzivnije cjenovne konkurencije te do repositioniranja tekstilne i odjevne industrije. Vrlo oštra konkurencija (Daleki istok) utječe na profitabilnost ovih industrija. Budući da je tekstilna industrija Republike Hrvatske suočena sa rastućom konkurencijom, treba provoditi mjere za svođenje troškova poslovanja na najnižu moguću razinu [9]. Troškovi nabave osnovnih i pomoćnih materijala izrazito su velika stavka u strukturi troškova tekstilne industrije, a kupci su veoma osjetljivi na promjene cijena robe. Primjenom instrumenata terminskih tržišta koja omogućuje smanjenje rizika promjene navedenih nabavnih cijena, trebao bi se riješiti ovaj problem, a ne samo prebacivanjem većih cijena nabave na potrošače, što se na žalost najčešće primjenjuje. Menadžment hrvatske tekstilne industrije trebao bi biti bolje upoznat sa mogućnostima korištenja terminskih tržišta čime bi se omogućilo ostvarenje boljih poslovnih rezultata i olakšalo strateško planiranje, jer bi mogli u određenom trenutku „zaključati“ cijene na razini koja donosi dovoljne profite ili bi gubitke na tržištu „pokrili“ zauzimanjem prikladnih terminskih pozicija. Hedging je strategija trgovanja kojom se proizvođači i trgovci štite od rizika promjene cijena [10].

5. Zaključak

Menadžment hrvatskih tekstilnih i odjevnih industrija trebao bi poraditi na vlastitoj edukaciji po pitanju korištenja terminskog trgovanja. Potrebno je koristiti suvremena znanja i vještine terminskog trgovanja koristeći se suvremenim komunikacijskim tehnologijama, aktivno se uključiti u trgovinu na najrazvijenijim svjetskim burzama. Na njima je frekvencija trgovanja i likvidnost mnogo veća, pa su stoga manji rizici i mnogo je jednostavnije zatvaranje početnih pozicija. Ako hrvatski gospodarstvenici iz područja tekstila žele uspješno participirati na svjetskom tržištu, moraju se koristiti i sredstvima i znanjima koja su za to potrebna i koja im ono pruža. Povećanje cijena sirovina tekstilnih i odjevnih proizvoda ne smije direktno utjecati na povećanje cijena gotovog proizvoda odnosno na standard građana, što u ovo recesijsko vrijeme nije nimalo popularno. Kupovna moć stanovništva svakim danom je sve manja i manja, a samim tim i prodaja tekstilnih i odjevnih proizvoda. Tvrtke u tekstilnoj i odjevnoj industriji Republike Hrvatske jedino preko terminskih tržišta mogu osigurati cjenovnu konkurentnost i bolji poslovni rezultati. Samim tim otvara im se mogućnost boljeg upravljanja rizicima kao i zaštita od neželjenih promjena cijena.

Literatura

- [1] Lazibat, T., Brizar, B., Baković, T.: Burzovno poslovanje – terminska trgovina, Znanstvena knjiga, Zagreb, 2007
- [2] Lazibat, T.: “Prednosti trgovanja opcijama na terminske ugovore u odnosu na direktno trgovanje terminskim ugovorima”, Ekonomski pregled, 5-6, Zagreb, 2000.
- [3] <http://hrcak.srce.hr/41085>
- [4] <http://www.insidestocks.com/dfutpage.asp?sym=CT&code=BSTK§ion=softs>
- [5] Lazibat T. i Matić B.: Strategije trgovanja opcijama na terminskom tržištu, Ekonomski pregled **52** (11-12) 1317-1344 (2001)
- [6] M.Papuga, Z.Adrović, S.Orsag i A.Mikac: Uvod u financijsko tržište i tržište vrijednosnih papira, I dio, Zagrebačka poslovna škola, Zagreb, 1990.
- [7] Andrijanić, I.: Poslovanje na robnim burzama, Mikrorad, Zagreb, 2002, ISBN 953-6286-22-X
- [8] Navarro, P. : When the market moves, will you be ready? – how to profit from major market events, McGraw-Hill, SAD, 2004., str. 129-130
- [9] Anić I.D. i sur.: Ekonomski aspekti razvitka industrije tekstila i odjeće u Republici Hrvatskoj, Ekonomski institut Zagreb, (2008.) ISBN 978-953-6030-36-1
- [10] Lazibat T. & Sutić I.: Uloga terminskih tržišta u razvoju tekstilne industrije, Zbornik radova TZG, 67-71, ISBN 978-953-7105-27-3, Zagreb, Siječanj 2009

TERMINSKO TRGOVANJE TEKSTILOM S POSEBNIM OSVRTOM NA BURZE

FUTURES MARKET OF TEXTILES WITH SPECIAL REFERENCE TO STOCK EXCHANGES

Ivana ŠPELIĆ; Martina BOBOVČAN; Tonći LAZIBAT & Darko UJEVIĆ

Sažetak: U radu će biti prikazana primjena suvremenih tržišta svjetskog gospodarstva, instrumenti terminskog trgovanja, tržišno poslovanje burza i uloga terminskih tržišta u razvoju tekstilne industrije. Terminsko trgovanje i trgovanje na burzama odvija se već više od stoljeća, ali trgovina naprednim instrumentima terminskog tržišta i dalje predstavlja jedan od najsofisticiranijih oblika suvremenog poslovanja. Burze su vrlo važan oblik suvremenih tržišta te mogu imati globalno, regionalno ili pak nacionalno značenje. Na njima se trguje svim vrstama robe: vrijednosnicama, kapitalom, novce, uslugama i realnom robom pa se može kazati da burza u potpunosti iskazuje tržište jer se na određenom mjestu susreće ponuda i potražnja određenog dobra ili vrijednosnog papira, ovisno o vrsti burze.

Abstract: In this paper the application of contemporary world-wide markets, instruments of futures market, stock exchange dealings and role of futures markets in textile industry development will be shown. Futures exchange and stock exchange have been carried out for more than a century, but Trading with advanced instruments of futures market still represents one of the most sophisticated forms of modern business. Exchange markets are a very important form of contemporary markets and they can represent global, regional or national significance. On those exchange markets all types of commodities: securities, capital, money, services or real store are traded, and it could be said that the stock market fully express current market because the facility meets supply and demand of certain goods or securities, depending on the type of stock, in a specific place.

Ključne riječi: terminsko trgovanje, burze, međunarodno poslovanje, trgovinska razmjena

Keywords: futures market, stock exchange, world-wide business, market exchange

1. Uvod

Nastankom moderne Europe uobičajila se praksa osnivanja burzi na kojima su se dogovarale cijene i vršile kupoprodaje preko uzoraka robe. Najvažnije burze današnjice su burze vrijednosnica i burze kapitala. Neophodni uvjeti za postojanje i poslovanje na burzama su stalna ponuda i potražnja za robom kojom se na njoj trguje. Roba kao što su novac i devize najpotpunije zadovoljavaju uvjete standardizacije i zamjenjivosti jer je kupcu svejedno u kojim će mu apoenima biti isplaćene kupljene devize ili koji su serijski brojevi isporučenih dionica. Zato su novčane i devizne burze zapravo najstarije burze. Robne burze ujedno su i najmlađe.

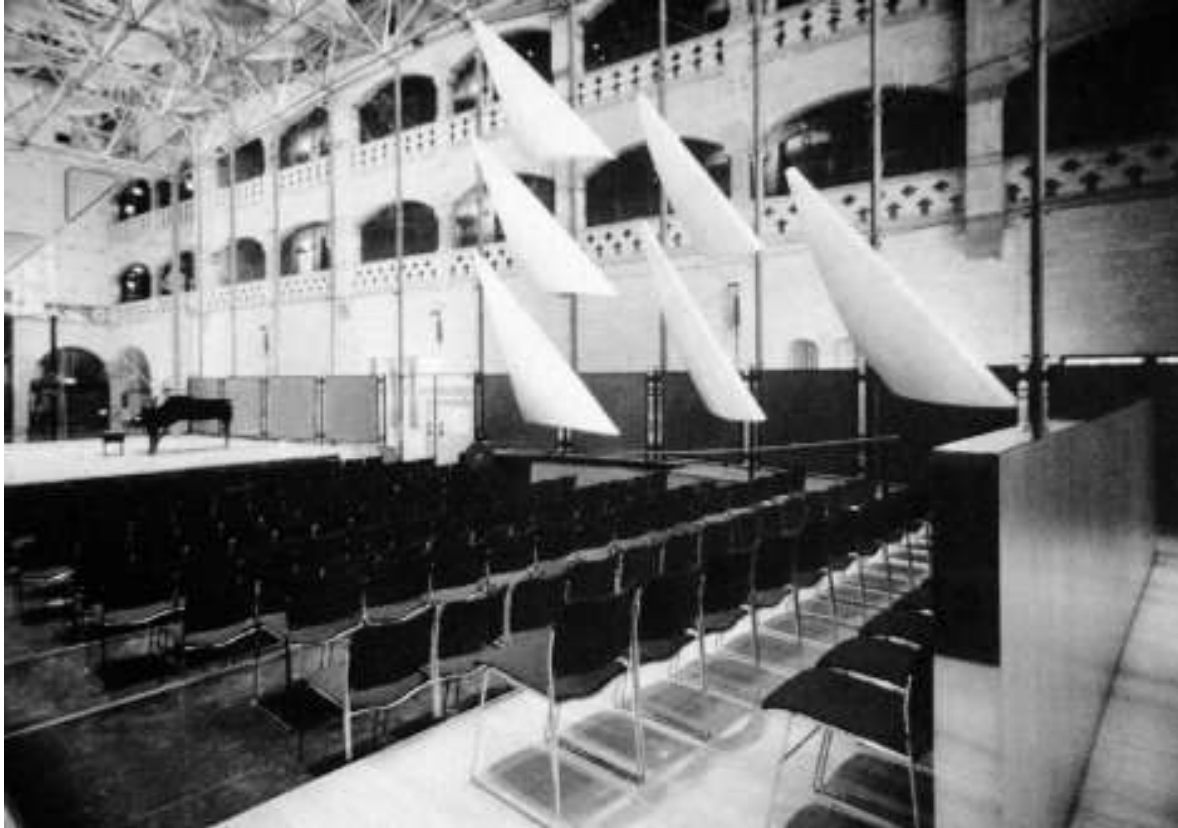
Počeci terminskog trgovanja na burzama vezuju za trgovinu rižom u Japanu a smještaju se u 17. st. Moderno terminsko poslovanje na robnim burzama započinje u 19. st. na području američkog srednjeg zapada i to na burzi Chicago Board of Trade (CBOT) koja je osnovana 1848. godine. Prvi terminski ugovori javljaju se 1865. godine.

U razvoju i kreiranju novih instrumenata tržišnog poslovanja, ali korištenje i postojećih, najdalje su otišle najrazvijenije zemlje poput SAD-a, Japana, Velike Britanije itd. Korištenje terminskih tržišta omogućava poslovnim subjektima ostvarivanje brojnih prednosti, među kojima se posebno ističe neutralizacija financijskih i robnih rizika, ali isto tako i znatne financijske dobitke [1].

Sudionici trgovanja na tržištu suočavaju se sa globalizacijom i njezinim posljedicama kao što su rastuća konkurencija, zahtjevniji kupci i potreba uvažavanja zahtjeva šire društvene zajednice i sve to utječe na formiranje cijena roba na svjetskom tržištu. Cijene su podložne svakodnevnim promjenama, pa dugotrajno držanje zaliha može imati negativne posljedice na financijski rezultat gospodarskih subjekata. Osim rizika promjene cijena tijekom vremena, razni su elementi, razni su elementi koji utječu na cijenu roba. To mogu biti elementarne nepogode, politički i socijalni nemiri i sl. Jedan od načina smanjenja rizika cijena jest upotreba terminskih tržišta, gdje se kupnjom i prodajom terminskih ugovora rizik prenosi s proizvođača i kupca robe na profesionalne trgovce, špekulante. Na taj način formiraju se buduće promptne cijene te na temelju tih podataka proizvođači, prerađivači i trgovci imaju informacije o cijenama u budućnosti [2].

2. Burze u svijetu

U 12. st. osnivaju se udruženja courratiers de change koja su se bavila regulacijom dugova poljoprivrednih zajednica u korist banaka. To je prva pojava trgovanja i manipulacije zaduženjima pa se u skladu s time, pojavljuju prvi, uvjetno rečeno, brokeri. Termin „burza“ izvodi se iz tal. riječi „borsa“ (vrećica za novac) te po obiteljskom prezimenu Van der Beurze. Obitelj Van der Beurze je u 13. st. posjedovala građevinu u Antwerpenu gdje se je odvijala robna razmjena. Njihova ideja trgovinske razmjena brzo se proširila te su se slične institucije nazvane "Beurzen" otvorile i u Gentu i u Amsterdamu, sl.1.



Slika 1: Interijer stare burze u Amsterdamu

U 13. st. venecijanski trgovci prvi počinju trgovati vladinim vrijednosnicama, a 1351. Venecijanski vladini odmetnici započinju širiti glasine s ciljem snižavanja cijena vladinih fondova i tako uspostavljaju temelje bankarski špekulacijama. 14. st. predstavlja svojevrzni početak burzovnog poslovanja, kada se formiraju robni sajmovi na kojima se trguje vladinim vrijednosnicama diljem svjetskih mediteranskih gradova poput Pizze, Venecije, Firence, Genove, Valencije i Barcelone, s obzirom da su ti gradovi-države bili neovisni od odluka dužda i njime su upravljala vijeća utjecajnih građana. Talijanske su kompanije također prve koje su izdavale dionice [3].

Značenje tih gradova u svjetskoj robnoj razmjeni lagano jenjava uslijed velikih zemljopisnih otkrića s premještanjem žarišta trgovinske razmjene na atlantsku obalu Europe. U tim se gradovima u 16.st. formiraju prve burze [4].

1602. godine osnovana je u Amsterdamu *Der Vereenigde Oost - Indische Compagnie* (Ujedinjena istočno-indijska kompanija) i predstavlja najstariju pravu burzu Europe [3]. To je bilo prvo dioničko društvo s stabilnom burzom vrijednosnica zahvaljujući kojoj je vrijednost tvrtke rasla na Amsterdamskoj burzi. Nakon toga se je razvilo cijelo tržište raznih trgovinski ugovora, a nizozemski su trgovci i prvi uveli prodaju bez pokrića na burzi (short selling). Amsterdamska burza vrijednosnica – Amsterdam Stock Exchange (AEX) je u međunarodnim okvirima srednje velika burza, međutim zbog multinacionalne prirode velikih nizozemskih kompanija čije dionice kotiraju na većini velikih međunarodnih burza, dovelo je do ovisnosti cijena dionica na Amsterdamskoj burzi o razvoju događaja na drugim većim burzama. Između ostalog, zbog toga je u rujnu 2000. godine došlo do udruživanja AEX s burzama u Parizu i Bruxellesu kada je formirana burza EURONEXT, kojoj su se kasnije pridružile još neke (LIFE, BVLP) [5].

Danas su burze uobičajene institucije u gotovo svakom glavnom gradu trgovinske razmjene razvijenih zemalja. Glavne burze na kojima se formiraju cijene roba su američke robne burze: New York Cotton Exchange, tj. New York Board of Trade, Chicag Board of Trade, ali i na brojnim drugim burzama diljem svijeta.

Tri karakteristična povijesna razdoblja razvoja burzovnog poslovanja su:

Prvo razdoblje u trajanju od 12. – 16. st. koje je obilježeno sastancima novčara i trgovaca gdje se mijenjao novac, obavljala trgovačka plaćanja te razvijale špekulacije novcem i mjenicama (velike talijanske i francuske sredozemne luke). Tada se razvijaju počeci burzovnog poslovanja, a važna obilježja tadašnjeg burzovnog poslovanja su javnost poslovanja, mogućnost državne kontrole i pojava profesije burzovnog posrednika.

Drugo razdoblje u trajanju od 17. – polovine 20. Stoljeća je vrijeme stvaranja nacionalnih država i kolonijalnih carstava te moćnih dioničkih društava za eksploataciju prirodnih bogatstva u kolonijama. U tom se razdoblju razvija se intenzivna trgovina dionicama i obligacijama, ujednačavaju se tehnike poslovanja, a burze se dokazuju kao najveća svjetska financijska tržišta (Nizozemska, Belgija i Engleska; pomak iz Sredozemlja na obale Atlantika).

Treće razdoblje u trajanju od polovine 20. – do danas u kojem dolazi do napretka industrije i uvođenja mehanizacije u poljoprivredu, razvija se promet (željeznica i parobrod), vozarine naglo padaju, nastupa serijska proizvodnja velikih količina robe i trgovina se koncentrira u velikim svjetskim trgovačkim centrima. Sve to dovodi do razvoja robnih burza, a burzovno poslovanje prošireno je cijeli niz realne robe (žitarice, tekstilne sirovine, kovine, itd.) [6].

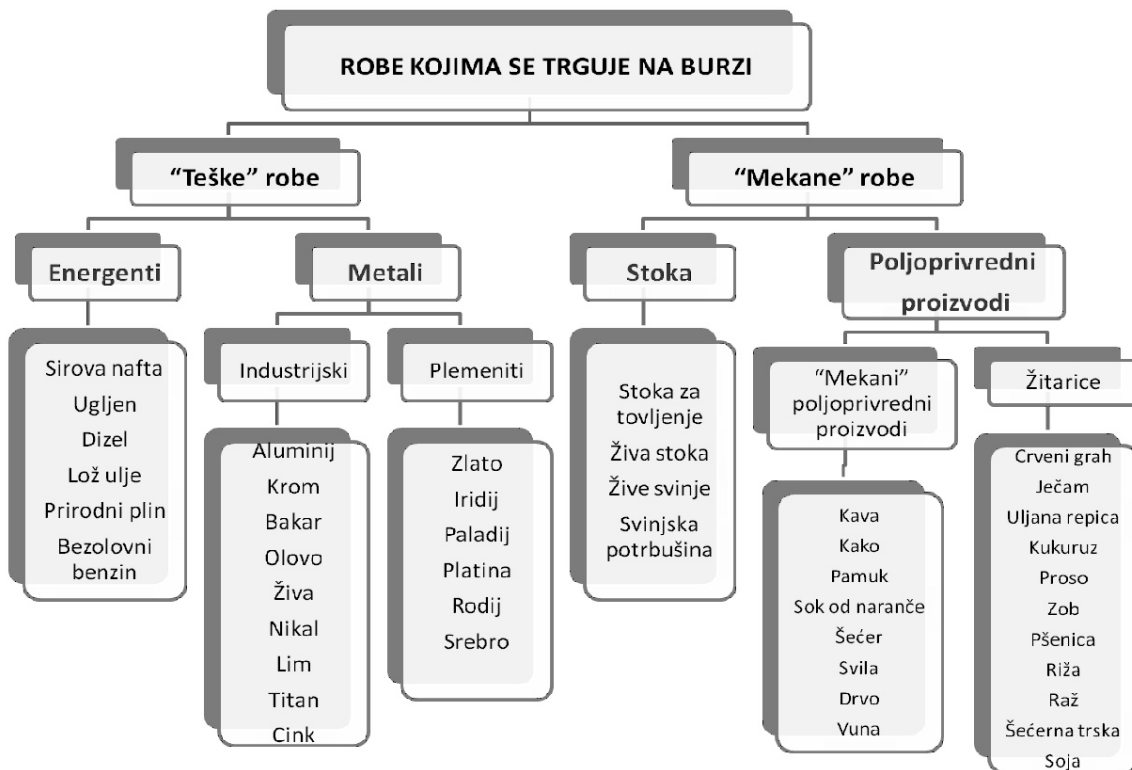
Prva robna burza osnovana 1842. u Liverpoolu i bila je specijalizirana za trgovinu pamukom. Polovicom 19. st. osniva se cijeli niz robnih burzi: New York – pamuk i kaučuk, London – kovine, Chicago, Rotterdam i Liverpool za poljoprivredne proizvode.

Burze možemo razvrstati prema predmetu poslovanja i na temelju imovinsko-pravnih obilježja na [6]:

- Burze vrijednosnih papira (trgovanje dionicama, obveznicama i ostalim vrijednosnim papirima)
- Robne burze (trgovanje gotovim proizvodima), sl.2.
- Novčane burze (trgovanje stranim/međunarodnim valutama)

Podjela prema tipu trgovanja:

- Klasične burze (plaćanje u gotovini, ugovor se izvršava odmah)
- Termenske burze (sklapaju se terminski ugovori, posao će biti izvršen u budućnosti prema unaprijed utvrđenim uvjetima)



Slika 2: Podjela roba kojima se trguje na burzi [7]

Najznačajnije svjetske burze su:

Chicago Stock Exchange
New York Stock and Exchange
Bourse de Paris
Hong Kong Exchange
Australian Stock Exchange (ASX)

3. Razvoj i karakteristike terminskog trgovanja

Začetke terminskog trgovanja možemo tražiti još u srednjovjekovnim sastancima trgovaca i mjenjača na ondašnjim velikim sajmovima. Tad se prvi put počinje trgovati s robom čija je isporuka dogovarana unaprijed tzv. „ugovori na poček“.

Tržište predstavlja javno mjesto gdje se suočavaju ponuda i potražnja. Ponuda ili potražnja odnose se na specifične instrumente odnosno predmete trgovanja. Tržište se razlikuje po načinu organiziranja, predmetima trgovanja i regijama u kojima je prisutno.

S obzirom na predmet trgovanja na terminskom tržištu razlikujemo valutno-devizne, efektivne i robne burze. Neovisno o predmetu trgovanja one se dijele na međunarodne, određuju svjetske cijene određene robe, na regionalne, određuju gospodarska kretanja i djeluju na njih u nekoj regiji te na nacionalne, određuju i imaju utjecaj na domaće tržište [8].

U ovom radu bit će obrađene tekstilne robne burze u svijetu. Svaka burza ne mora istodobno predstavljati i terminsko tržište, iako se terminskim ugovorima trguje najčešće na burzi navedena konstatacija nije bez iznimke jer postoje burze koje ne trguju terminskim ugovorima.

Burzu je moguće definirati na različite načine. Jedna od definicija je ona prema kojoj je burza institucionalizirano razmjensko mjesto na kojem pojedini sudionici obavljaju transakcije vrijednosnicama i financijskim derivatima u cilju stjecanja dobiti.

Terminskim ugovorima (ročnicima) se može trgovati organizirano putem institucionalnog tržišta na burzi ili dogovoreno putem tržišta preko šaltera (OTC) specijaliziranih trgovaca terminskim ugovorima i opcijama. Osnovne prednosti trgovanja putem burze leže u likvidnosti financijskih instrumenata i same sigurnosti trgovanja.

Razlika između promptne cijene (spot cijene) i terminske cijene je ta da promptna cijena predstavlja cijenu određene robe ostvarenu na dan trgovine dok je terminska cijena iskaz vrijednosti isporuke robe određene kvalitete, na određenoj lokaciji u određeno vrijeme što mora biti specificirano u terminskom ugovoru.

Glavna funkcija terminskih tržišta nije da se njima kupuje ili prodaje fizička roba, već je jedna od najnovijih osnovnih zadaća formuliranje terminskih cijena, koje predstavljaju buduće promptne cijene na dan isporuke ili dospjeća.

Zato termička tržišta slobodno možemo nazvati „prognozerima tržišta“ jer se na njima formiraju buduće promptne cijene koje omogućuju međuvremensku i međuprostornu integraciju individualnih poduzetničkih akcija lokalne ekonomije, a ovih u jedinstveni dinamički sustav globalne ekonomije [2].

Standardizirani terminski ugovor je mehanizam pomoću kojeg se poslovni rizik prenosi s proizvođača i korisnika roba na špekulante koji su voljni preuzeti rizik u zamjenu za mogućnost ostvarenja velikih dobitaka.

3.1 Strategije trgovanja na terminskom tržištu

Strategije trgovanja na terminskom tržištu možemo podijeliti na: špekulacije, koje pak mogu biti jednostrane i rasponske, na arbitražu, hedging te trgovanje opcijama ne terminske ugovore. U radu će biti opisana hedging strategija trgovanja koja je i najučestalija strategija trgovanja te njezina primjena u tekstilnoj industriji, sl.3.



Slika 3: Burza u Hong Kongu

Hedging je skup tehnika i instrumenata kojima je svrha pokriće od rizika, skoka ili pada cijena predmeta trgovanja. Trgovci (hedgeri) koji se koriste hedgingom, rabe terminsko tržište isključivo poradi zaštite od rizika skoka ili pada cijena kako bi spriječili gubitak, a ne primarno za špekuliranje odnosno ostvarivanje profita [9]. Hedging program bilo koje od kompanije uvijek je jedinstven i ovisi o internim specifičnostima same kompanije, njezinim cjenovnim politikama i motivima za uspostavu hedginga. Trgovac koji trguje na terminskom tržištu hedging koristi kao način da zauzima poziciju na terminskom tržištu koja je po veličini ista, a po smjeru suprotna od pozicije koju drži na spot tržištu. Na taj način trgovac će gubitak na jednom tržištu kompenzirati dobitkom na drugom [10].

Trgovci koji koriste hedging najčešće nisu špekulanti koji žele zaraditi riskirajući, već stvarni proizvođači koji posjeduju robu i na njezinoj kupoprodaji zaraditi, a hedging im koristi samo kao sredstvo osiguranja cijene za tu kupoprodaju. Hedging funkcionira isključivo stoga što promjene terminskih cijena automatski uzrokuje promjene promptnih cijena. Proces isporuke stvara promptno terminsku vezu. Ta veza je tako čvrsta da se terminske cijene izjednačuju s promptnim pri isporuci [1].

Bilo da su terminski ugovori određeni novčanom ili fizičkom isporukom, promptne i terminske cijene su povezane tržišnim postupkom koji se naziva arbitražom, prilikom koje arbitražeri istodobno kupuju i prodaju istu robu na različitim tržištima, koristeći se tako prednostima zbog razlike u cijenama. Trgovci arbitri svojim postupcima osiguravaju sklad između cjenovnog odnosa promptnog i terminskog tržišta. Pouzdan cjenovni odnos olakšava hedgerima korištenje terminskog tržišta kao efikasnoga cjenovnog mehanizma. Kad su promptne cijene više od terminskih ili obrnuto, aktivni trgovci kupuju jeftinije instrumente a prodaju skuplje. Tako ostvaruju profit bez rizika.

S obzirom na tehniku izvršenja samog posla, postoje tri najvažnije vrste hedginga koje se koriste u praksi: *dugi hedge* omogućuje tvrtkama koje planiraju kupnju neke robe u budućnosti da fiksiraju kupovnu cijenu; *kratki hedge* omogućuje proizvođačima kao i subjektima zainteresiranih za prodaju imovine, osiguranje cijene; *unakrsni hedge* je strategija trgovanja koja uspostavlja hedge odnos spot i terminske cijene dvije različite robe.

Hedging s terminskim ugovorima je proces od dva koraka; ovisno o hedgerovoj izloženosti riziku na promptnom tržištu, on će prodati ili kupiti terminski ugovor, *otvaranje pozicije*, potom, hedger mora izravnati otvorenu poziciju prije isteka terminskog ugovora zauzimanjem nove pozicije koja je suprotna od inicijalne, *zatvaranje pozicije* [2].

3.2 Primjena hedginga u tekstilnoj industriji

Primjer hedginga u tekstilnoj industriji, pretpostavimo da proizvođač tekstila ugovori prodaju svojih proizvoda za šest mjeseci (lipanj) proizvođaču odjeće. Ugovore današnju (siječanjsku- spot) cijenu iako će isporuka i plaćanje biti tek u lipnju. Proizvođač odjeće još ne posjeduje pamuk od kojeg će izraditi odjeću te može izgubiti novac ako cijena pamuka poraste prije nego ga kupi.

Proizvođač pamuka pak namjerava kupiti pamuk u svibnju jer mu za preradu treba mjesec dana. Kako bi se osigurao od rizika povećanja cijene pamuka, prerađivač može zauzeti drugu poziciju kupnjom terminskog

ugovora.

Rok na koji glasi kupljeni terminski ugovor mora biti duži od pet mjeseci, tj. od trenutka kad će mu pamuk stvarno zatrebati. Kad dođe trenutak za proizvodnju tekstilnih proizvoda, proizvođač će kupiti pamuk po trenutnoj cijeni na promptnom tržištu (po svibanjskoj spot cijeni). Ako su cijene doista porasle, terminski ugovor će vrijediti više budući da se terminske i spot cijene uvijek kreću u istom smjeru. Prerađivač će zatvoriti svoju terminsku poziciju tako da proda svoje terminske ugovore, a terminsku dobit će nadoknaditi u cijelosti ili većinu od rasta promptne cijene [1].

4. Zaključak

Razmatrane su burze kao organizacije s povijesnom tradicijom poslovanja, prilagođene novom sustavu elektronskog poslovanja, na kojima se efektivno obavljaju transakcije. Kratko se objašnjava princip burze, princip rada i funkcije burze te njezino uključivanje u aspekte modernog poslovanja u uvjetima izrazito brzih promjena ekonomskog okruženja i čestih nestabilnosti na međunarodnim financijskim tržištima. Terminsko trgovanje već desetljećima je dominantno kao oblik trgovanja, a u ovom se radu objašnjavaju neki važniji aspekti.

Literatura

- [1] Lazibat, T. & Sutić, I.: Uloga terminskih tržišta u razvoju tekstilne industrije, Zbornik TZG, Penava, Ž., str.67-71, ISBN 978-953-7105-35-8, Zagreb, siječanj, 2009, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
- [2] Lazibat.T.; Brizar, B. & Baković, T.: Burzovno poslovanje terminska trgovina, Znanstvena knjiga d.o.o, ISBN 978-953-95902-0-6, Zagreb, (2007)
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Stock_market
- [4] Lazibat, T., Matić, B.: Strategije trgovanja opcijama na terminskom tržištu Ekonomski Pregled, 52 (11-12) 1317-1344 (2001)
- [5] http://hr.wikipedia.org/wiki/Povijest_Nizozemske
- [6] http://hgd.mvpei.hr/gospodarski_prikaz/nizozemska/1/
- [7] <http://www.mojfaks.com/skripte/matematika/poslovanje-na-robnim-burzama-422/>
- [8] Lazibat, T., Kolaković, M.: Međunarodno poslovanje u uvjetima globalizacije, Sinergija, ISBN 953-6895-1-6, Zagreb, (2004)
- [9] Lazibat, T.: Terminsko trgovanje – izazov, potreba i „trgovina maglom“, TEB, Zagreb, (2002)
- [10] Lazibat, T.; Ujević, D.: Izabrana poglavlja s predavanja na PDS, 2009. god

ODABRANE SPECIFIČNOSTI MARKETINŠKOG MIKSA U PROIZVODNJI TEKSTILNIH I ODJEVNIH PROIZVODA

SELECTED SPECIFICS OF MARKETING MIX IN THE MANUFACTURE OF TEXTILE AND CLOTHING PRODUCTS

Darko UJEVIĆ; Alica GRILEC KAURIĆ & Vesna CVITANOVIĆ

Sažetak: Marketing tekstilne i odjevne industrije definira se kao poslovna filozofija koja se bavi sadašnjim i potencijalnim kupcima odjeće, kao i proizvoda i usluga koji su u direktnoj vezi s tekstilom i odjećom u namjeri da se ostvare dugoročni ciljevi poduzeća, te se razlikuje od ostalih područja u kojim djeluje marketing. Ovim radom pobliže su definirani pojmovi marketinškog miksa u tekstilnoj i odjevnoj industriji – tekstilni i/ili odjevni proizvod, prodaja i distribucija tekstilnog i/ili odjevnog proizvoda, određivanje cijene tekstilnog i/ili odjevnog proizvoda i promocija tekstilnog i/ili odjevnog proizvoda. U ovom radu korišteni su sekundarni (istraživanje za stolom) izvori podataka, dok su kao znanstvene metode korištene: metoda analize i sinteze, induktivna i deduktivna metoda, te metode dokazivanja i opovrgavanja.

Abstract: Marketing in the textile and garment industry is defined as a business philosophy that deals with current and potential customers of clothing, as well as products and services that are directly related to textiles and clothing in order to achieve long-term company objectives. Marketing in the textile and garment industry is different from other areas in which marketing operates. This paper defines in detail the terms of marketing mix in the textile and garment industries - textiles and/or clothing product, sales and distribution of textile and / or clothing products, pricing and textile/apparel or textile products and promotions, and/or clothing products. In this paper the secondary (desk study) data sources were used, while the scientific methods that were used are: the method of analysis and synthesis, inductive and deductive methods, and methods of proof and disproof.

Ključne riječi: tekstilna i odjevna industrija, marketinški miks

Keywords: textile and apparel industry, marketing mix

1. Uvod

U industriji tekstila i odjeće specifičnosti marketinga ogledaju se kroz specifičnosti obilježja marketinškog miksa. Potrebno je definirati svaki dio marketinškog miksa uzimajući u obzir i specifičnosti. Sama priroda mode koju karakteriziraju promjene utječe na standardne marketinške aktivnosti. [1] Tržište odjeće je specifično i njegova podjela prema Easeyu predstavljena je u tablici 1.[2] Specifično je da mlađi dio populacije u pravilu najviše izdvaja za odjeću, te je tako najčešća ciljna skupina u tekstilnoj i odjevnoj industriji.

Tablica 1: Podjela tržišta u odjevnoj industriji

TRŽIŠTE	GODINE
tržište dječje odjeće	- do 1. godine starosti - od 1. do 14. godine starosti
tržište odjeće za mlade	- od 15. do 34. godine
tržište odjeće za odrasle	- od 35. godine

Izvor: autori prema Knežević, N., 2006. prema Easey, M. 2002.

2. Marketinški miks tekstilne i odjevne industrije

Specifičnost marketinga tekstilne i odjevne industrije dolazi do izražaja i kod temeljnog elementa marketinškog spleta koji je u ovom slučaju – **proizvod**. Na izbor proizvoda u tekstilnoj i odjevnoj industriji utječu modni trendovi, a odijevanje je dio čovjekove intime i izraz njegove osobnosti, te je zato pred proizvođačima tekstilnih i odjevnih predmeta zadatak da svoje proizvode usklade sa zahtjevima i željama potrošača. Svojstva proizvoda koja imaju emocionalni utjecaj na kupca nazivaju se tržišna obilježja proizvoda, a najznačajnija su: [3] moda i dizajn, kvaliteta proizvoda, asortiman proizvoda, cijena, marka proizvoda i ostala obilježja (imidž, pakiranje, prodajne usluge). Moda utječe kao društvena pojava i ekonomska kategorija, a dizajn kao kreativna aktivnost koja daje proizvodu razna svojstva koja će na najbolji

način što potpunije zadovoljiti očekivanja potrošača. :[4] Na sve izbirljivijem tržištu tekstilne i odjevne industrije poduzeće se može održati samo ako stalno nudi nov, kvalitetniji i drugačiji proizvod. Marketing eksperti trebaju osigurati neprestano prilagođavanje proizvoda zahtjevima potrošača uvažavajući sve brže promjene na tržištu te vodeći računa o ujedinjavanju napora kreatora, proizvođača i trgovine, kao i o preciznom vremenskom tempiranju i usklađivanju aktivnosti, kako bi pravi modeli u pravo vrijeme i na pravom mjestu bili dostupni potrošačima. Da bi potrebe potrošača bile zadovoljene, zajedno surađuju niz službi i funkcija unutar tekstilnog i/ili odjevnog poduzeća (istraživanje i razvoj, nabava, priprema proizvodnje, tehničke funkcije, sve do proizvodnje i prodaje). Vrlo je važno terminiranje aktivnosti poslova vezanih uz određene kolekcije [5]. Na slici 1 prikazan je modni kalendar koji prikazuje vremenski raspored aktivnosti u proizvodnji, prodaji i distribuciji odjevnih proizvoda kroz jednu godinu. Iz slike se jasno vidi važnost planiranja i usklađivanja, tj. terminiranja aktivnosti kroz godinu.

Slika 1: Modni kalendar

KREATORSKA KOLEKCIJE	KOLEKCIJA JESEN/ZIMA			IZBOR PROLJETNIH TKANINA I KROJEVA			KOLEKCIJA PROLJEĆE/LJETO			IZBOR TKANINA I KROJEVA ZA SLJEDEĆU ZIMU		
PROIZVODNJA	PROLJEĆE/LJETO			JESEN/ZIMA			PROLJEĆE/LJETO			JESEN/ZIMA		
DISTRIBUCIJA SA MEĐUSEZONAMA	PROLJEĆE/LJETO ROK: 30.4.						JESEN/ZIMA ROK: 30.10.					
TRADICIONALNO VRIJEME PRODAJE				PROLJEĆE/LJETO						JESEN/ZIMA		
TRADICIONALNO VRIJEME RASPRODAJE	SIJEČANJ				MEĐU-SEZONA		SRPANJ				MEĐU-SEZONA	
UKLANJANJE ZALIHA SA SKLADIŠTA				PROLJEĆE/LJETO						JESEN/ZIMA		
MJESECI	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.

Izvor: Gašović, M.: Modni marketing, Institut ekonomskih nauka, Beograd, 1998., str.120., prema: Bohdanowicz, J., Clamp, L.: Fashion Marketing, Routledge, London-New York, 1994.

Kod definiranja politike **prodaje i distribucije** tekstilnih i/ili odjevnih poduzeća valja uvažiti osobnosti odjevnih predmeta kao proizvoda osobne potrošnje i biheviorističkog faktora koji presudno utječu na izbore potrošača. Poduzeća u tekstilnoj i odjevnoj industriji moraju uvažavati značaj maloprodajnih trgovina koje prodaju proizvod direktno krajnjem potrošaču, a takva prodaja se može odvijati putem kataloga, u trgovini i izvan nje, te putem Interneta. Lokacija trgovine je u ovom slučaju od ključne važnosti za uspjeh zajedno s ponudom trgovine i njenim uređenjem. Male trgovine u gradskim centrima postale su sve ugroženije zbog naglog dolaska velikih trgovačkih centara u gradska predgrađa. Utjecaj veletrgovaca znatno je oslabio i to prvenstveno zbog preferencija tekstilnih i odjevnih poduzeća da putove svojih proizvoda same prate od proizvodnje pa sve do krajnjeg potrošača/kupca. Za uspjeh prodaje u tekstilnoj i odjevnoj industriji potrebno je i poznavanje stanja na tržištu s naglaskom na početak i završetak sezone najintenzivnije prodaje kolekcija odjevnih predmeta. To spada u zadatke operativne pripreme, zajedno sa organizacijom i koordinacijom cjelokupnog poslovanja, dok se kao najvažniji poslovi u operativnoj pripremi navode planiranje poslova i pravodobna nabava potrebnih materijala [6].

Važno je donijeti pravu odluku o načinu prodaje te se odlučiti za jednu od mogućnosti distribucije koja može biti intenzivna/ekstenzivna, selektivna ili ekskluzivna. Pri tom je važno napomenuti kako izbor kanala distribucije ovisi i o proizvodu koji se želi plasirati na tržište. Tako proizvodi koji su namijenjeni širokoj ciljnoj skupini potrošača („pret-a-porte“ proizvodi) koriste *intenzivnu ili selektivnu distribuciju*, pri čemu *intenzivnu distribuciju* koriste manje poznate marke proizvoda, a selektivna distribucija proizvođačima pruža izbor načina (selekciju) na koji će biti prisutni na određenom tržištu. Proizvodi namijenjeni isključivo potrošačima vrlo visoke platežne moći (proizvodi visoke mode, dizajnerska odjeća) koriste *ekskluzivnu distribuciju* (vrlo ograničenu) koja stavlja akcent na ograničavanje broja posrednika koji sudjeluju pri upravljanju proizvodima/uslugama. Takva ekskluzivna distribucija nerijetko se susreće u trenutku kada proizvođači ekskluzivnih proizvoda odluče imati kontrolu nad razinom usluge koju nude i nad uslugama koje nude njihovi posrednici. Tada je moguće i sklapanje Ugovora o ekskluzivnom zastupstvu koji automatski povećava imidž samog proizvoda. Najčešće ga prati ekskluzivna prodaja (kada proizvođač prodaje samo jednoj maloprodajnoj trgovini na određenom geografskom području kako bi postigli ekskluzivni teritorijalni dogovor) [7].

U formiranju **cijene** u tekstilnoj i odjevnoj industriji troškovi imaju ključnu ulogu, ali ne i presudnu. Uz troškove naglasak se stavlja i na ciljeve tvrtke, kao što su zadovoljavanje potrošačevih potreba i stvaranje profita. Standardne metode takvog formiranja cijena su [8] tržišni *skimming* i *prodor*. *Tržišni skimming* podrazumijeva određivanje visokih cijena za tekstilni i odjevni proizvod dok je nov na tržištu kako bi mu se maksimalizirao profit. Metoda *prodora* zagovara niske cijene pri ulasku proizvoda na tržište kako bi se potakla prodaja novog proizvoda i osigurao što veći udio na tržištu. U tekstilnoj i odjevnoj industriji metoda prodora je korištenija metoda od metode tržišnog *skimminga*. Kada se radi o prodaji direktno namijenjenoj potrošaču Gašović navodi kako se u tekstilnoj i odjevnoj industriji koriste slijedeće tri metode formiranja cijena: [9] *psihološko formiranje cijena, određivanje raspona unutar kojih će varirati cijena i određivanje cijena prema konkurenciji*. *Psihološko formiranje cijena* sastoji se od koncepta prestiža i koncepta vrijednosti. Koncept prestiža postiže se određivanjem veće cijene za proizvod kojemu želimo istaknuti ekskluzivnost i time mu povećati potražnju. Koncept vrijednosti kupcu sugerira kako je dobio određenu vrijednost za novac koji je utrošio. Pri *određivanju raspona unutar kojih će varirati cijena* nalazimo slične proizvode po sličnim cijenama. Ovom metodom se privlače kupci osjetljivi na cijenu. U slučaju kada poduzeća žele biti sigurna da će imati svoje kupce, njihove cijene moraju biti *konkurentne*.

Većini poduzeća koje se bave tekstilom i odjećom **promocija** je glavno sredstvo za privlačenje pozornosti i stvaranja navika. Sve se više umanjuje funkcionalna uloga tekstilnog i odjavnog proizvoda, a sve više kupovina postaje emocionalno iskustvo. Zato je bitno da se promotivna strategija mijenja u skladu s kretanjem mode tekstilnih i odjavnih predmeta kroz ciklus prihvaćanja. Kod segmentiranja tržišta i odabiranja ciljne skupine treba imati u vidu ponašanje potrošača, kako bi efikasno odabrali poruke i sredstva promocije. Promocijski splet se sastoji od ekonomske propagande, unapređenja prodaje, osobne prodaje, odnosa s javnošću (publiciteta). Izbor aktivnosti promocije ovisi ponajprije o financijskim sredstvima i ciljanoj skupini. Najčešće korištene aktivnosti pri promociji tekstilnih i odjavnih proizvoda su [10]: modne revije, razni *event-i*, modni video i oglašavanje u časopisima.

3. Osvrt na QR i JIT strategije

Konvencionalna marketinška obrada tržišta tekstilnih i odjavnih predmeta se temelji na predviđanju potreba tržišta, a zatim na određivanju proizvodnje za to tržište. Marketinška filozofija brzog odziva na tržišne zahtjeve kod kojih je obrnuta koncepcija: od artikuliranih zahtjeva tržišta prema proizvodnji je strateški odgovor Amerikanaca na porast jeftinog uvoza nazvana „**Quick Response**“ (QR) strategija odnosno strategija brzog odaziva. Poanta strategije je brz odgovor na tržišnu potražnju u skladu s podacima artikuliranim na tržištu. To se odnosi na potražnju pojedinih modela tekstilnih i odjavnih predmeta za koje se na temelju marketinških ispitivanja nije planirala potražnja u većem opsegu. Potražnja detektirana na prodajnim mjestima predstavlja informaciju na temelju koje se pokreće proizvodnja. Imperativ proizvodnje mora biti izuzetna povezanost i brzina reakcije kako informacija ne bi zastarjela. Navedena strategija donosi manji rizik s gledišta modne proizvodnje, skraćuje se vrijeme ciklusa proizvodnje tekstilnih i odjavnih predmeta, manje su skladišne zalihe, obrt kapitala je brži, a zbog povoljnijih cijena i znatno veći. [11] Pripadajuća tehnološka strategija koja prati QR strategiju je „**just in time**“ (JIT) strategija, točno na vrijeme. Ona predstavlja sinkronizaciju ne samo u proizvodnom procesu odjeće, nego i u procesnom lancu proizvođača tekstilnih strojeva – proizvođač odjeće – trgovina. JIT način proizvodnje, osim izuzetne tehničke opremljenosti, koordiniranosti i sinkronizacije, pretpostavlja još tri važna faktora [12]:

- TQC – Total Quality control, koji se sastoji od cjelovite kontrole svakog odjavnog predmeta u svakoj pojedinoj fazi, a ne samo statističku kontrolu pojedinih uzoraka, čime su smanjeni vrijeme i troškovi intervencija na odjevnom predmetu u toku proizvodnje i reklamacije pri prodaji.
- PM – Productive Maintenance, osigurava toliko efikasno održavanje strojeva koje omogućava minimalan zastoj strojeva. Održavanje izvodi tehničko osoblje, a uključuje preventivno održavanje, njegu stroja i jednostavnije operacije održavanja poput podmazivanja koje izvodi radnik.
- EI – Employee Involvement, uključivanje zaposlenih, na svim razinama, počevši od radnika, tako da se nastali proizvodni problemi rješavaju svim snagama, odmah, svim znanjem i iskustvom svih zaposlenih na mjestu nastanka.

4. Zaključak

Poduzeća tekstilne i odjevne industrije koja posluju na više tržišta moraju donijeti odluku o stupnju prilagođavanja vlastitog marketinškog miksa tržišnim prilikama. Poduzeća koja primjenjuju standardizirani marketinški miks postižu najniže troškove jer nema uvođenja većih promjena. Međutim poduzeća koja prilagođavaju elemente marketinškog miksa svakom ciljnom tržištu zasebno i ujedno snose veće troškove, očekuju veći tržišni udio i profit te primjenjuju prilagodljivi marketinški miks [13]. Za uspjeh na tržištu potreban je uspjeh svakog dijela marketinškog miksa: željeni profit neće biti postignut ukoliko proizvod ne

odgovara potrošačevim potrebama, cjenovno nije konkurentan, ukoliko je nedovoljno promoviran ili nepravilno distribuiran. Svaka industrija zasebno, a tako i tekstilna i odjevna trebaju voditi računa o specifičnostima marketinškog miksa te uzeti u obzir sve specifičnosti industrije u kojoj je marketinški miks oblikovan.

Literatura

- [1] Gašović, M., Modni marketing, Institut ekonomskih nauka, Beograd, 1998., str.8.
- [2] Knežević, N., Suvremeni pristupi upravljanju marketinškim miksom u području poslovne mode, Zagreb 2006., magistarski rad, str. 45., prema Easey, M., Fashion marketing, Blackwell-Publishing Company, Oxford, 2002., str. 33.
- [3] Drvar, Z.: Marketing tekstilnih i odjevnih proizvoda, Zagreb, Tekstil br. 42/1, 1993., str. 1-16.
- [4] Drvar, Z., Moda i dizajn u marketingu i proizvodnji tekstila i odjeće, Tekstil 46 /1, 1997., str. 1-10.
- [5] Rogale, D., Ujević, D., Firšt Rogale, S., Hrastinski, M., Tehnologija proizvodnje odjeće sa studijem rada, Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, 2000., str. 4-2.
- [6] Ibid
- [7] Kotler, P., Keller, K.,L., Marketing Management, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River; New Jersey, 2006, str. 480.
- [8] Gašović, M., op.cit. pod 1, str. 142.
- [9] Ibid, str. 142.
- [10] Knežević, N., op.cit. pod 2, str. 75-77.
- [11] Marinac, A., Marketing tekstilne i odjevne industrije, Zagreb, 1997, prema Drvar, Z., Marketing tekstila i odjeće, str. 73.
- [12] Rogale, D., Trendovi razvoja i primjene novih dostignuća u odjevnoj industriji, Tekstil, Zagreb, 2/1992., str. 67.
- [13] Op.cit.pod 7, str. 393.



SEKCIJA G

OSTALE TEME

SECTION G

OTHER TOPICS

MAPICC 3D - KONTINUIRANA PROIZVODNJA U VELIKIM KOLIČINAMA 3D POBOLJŠANIH PANELA I SREDSTAVA ZA SKRUĆIVANJE LAGANIH TERMOPLASTIČNIH TEKSTILNIH KOMPOZITNIH STRUKTURA

MAPICC 3D - ONE-SHOT MANUFACTURING ON LARGE SCALE OF 3D UP GRADED PANELS AND STIFFENERS FOR LIGHTWEIGHT THERMOPLASTIC TEXTILE COMPOSITE STRUCTURES

Ana Marija GRANCARIĆ; Darko UJEVIĆ & Budimir MIJOVIĆ

Sažetak: MAPICC 3D projekt i koncepcija odgovaraju zahtjevima poziva NMP-FP7-2010-3.4-1: Sustavi proizvodnje 3D oblikovanih, višeslojnih proizvoda na temelju fleksibilnih materijala. Krajnji ciljevi su razvoj integriranog i automatiziranog procesnog lanca koji može proizvoditi iz hibridne termoplastične pređe do 3D kompleksne oblikovane termoplastične kompozitne strukture u jednofaznom procesu termoplastične konsolidacije, razvoj fleksibilnih industrijskih alata, koji mogu proizvoditi prilagođene gotove kompozite, mogućnost pojačavanja predoblika pomoću naslojavanja više slojeva, injektiranjem pjene, ugradnjom senzora (kontrola kvalitete predoblika tijekom proizvodnje ili nadziranje cjelovitosti kompozita tijekom upotrebe), razvoj alata za modeliranje da bi se pomoglo razumijeti mehanizme uključene u novim tehnologijama i da se izradi prototip 3D predoblika, sredstva za vrednovanje fizikalnih i mehaničkih svojstava gotovog 3D predoblika i gotovih kompozitnih struktura i u zadnjoj fazi obrnuto inženjerstvo. Brzina i troškovi proizvodnje 3D predoblika su u skladu s transportom, gradnjom i energijom koji se moraju koristiti za sirovine po niskim troškovima na temelju termoplastičnog polimera ili regeneriranih vlakana, i smanjenje vremena proizvodnje. Mogli bi se izbjeći zagađivanje, radno intenzivne i skupe faze iskrojavanja, oblikovanja i spajanja kod aktualne proizvodnje kompozita.

Abstract: The MAPICC 3D project and concept answers to the requirements of call NMP-FP7-2010-3.4-1: Manufacturing systems for 3D shaped, multilayered products based on flexible materials. The ultimate goals are development of integrated and automated process chain able to produce from hybrid thermoplastic yarn to 3D complex shaped thermoplastic composite structure in single step thermoplastic consolidation process, development of flexible industrial tools, able to produce customized final composites, possibility to reinforce the preform by coating weaving multilayers, by injection of foam, by introduction of sensors (control quality of preform during the production or monitor the integrity of composite during use), development of modeling tool in order to help understanding of the mechanisms involved in the new technologies and to prototype virtually 3D preform, predictive tools to evaluate the physical and mechanical properties of final 3D preform and final composites structure and at the last step reverse engineering. The speed of production, and the cost of manufacturing the 3D preform is in accordance with the transport, building and energy due to use of raw materials at low cost based on thermoplastic polymer, or regenerated fibres, decrease of production time. The polluting, labour-intensive and expensive steps of cutting, forming and joining, of current composites production could be avoiding.

Ključne riječi: tekstilni kompoziti, paneli, sredstva za skrućivanje, 3D kompoziti, FP7 projekt

Keywords: textile composites, panels, stiffeners, 3D composites, FP7 project

1. Introduction



The research of MAPICC 3D is focused on the development of industrial process for the on line automated production of up graded composites based on 3D textile structures manufacturing, with innovative textile and composites technologies based on thermoplastic materials. Fully automated and highly adaptable manufacturing processes should ensure a highly reliable production rate comprised between 5 and 20

minutes per m², at low cost, accordingly to the complexity of textile structure: expected reduction of cost of perform in comparison with actual structure: 38 % - productivity improvement: 14 % - time to market.

The development of industrial equipment in this project will be established by the innovative modelling. Therefore, it should be possible to predict the behaviour of the manufactured products and to identify the most suitable configuration corresponding to the requirement of end users.

The project MAPICC 3D will also focus on new high performance flexible materials technologies able to produce light weight high performance composites with significant improvement of mechanical properties and impact behaviour with functions integration.

The novel technology will involve yarn development, processing into 3D structure by a novel technology, consolidation into the end product, life-time monitoring, as well as recycling. The fields of application for composites panels and stiffeners are transportation systems (automotive and railways applications), building and energy applications.

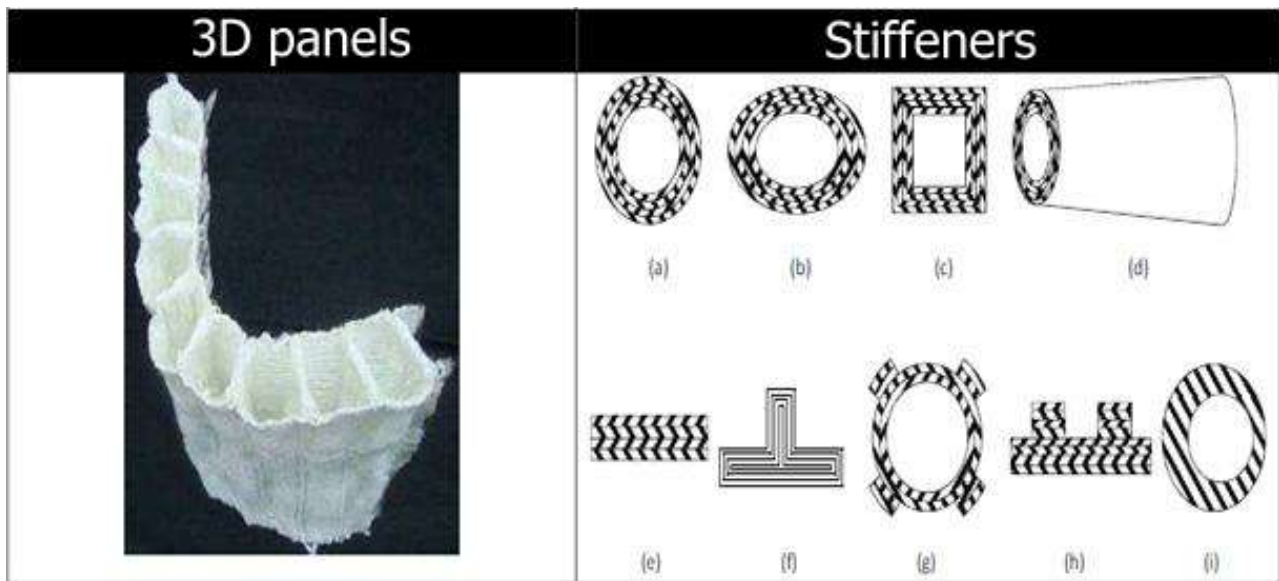


Figure 1: Stiffeners and panels

The demand of energy efficient environment friendly vehicles for transport industries is increasing. Such vehicles are expected to be lightweight for less energy consumption as well as for the minimum CO₂ emission, high performance, reliable, recyclable, economical, safe and comfortable. An important issue is to reduce the material types, to enhance recycling, but without sacrifice in performance at affordable cost. This trend favours the continuing application of plastics and reinforced plastics to lighten vehicles and fulfil the numerous and sometimes conflicting requirements.

Today, composite parts are too often designed as “black metal”. Lighter and cheaper parts require however to focus on the redesign of parts in order to take full benefit of composite material by higher integration reducing so assembly costs and final weight (less fastener, rivet, shimming block weight penalties). Access to MAPPIC 3D preforms developed will offer new preforming concept to the designers.

Composite materials are mainly made by lamination, which is a time consuming technique. Large scale manufacturing is done by compression moulding of prepregs, but this is limited to short glass-fibre reinforced thermoplastics (GMT). Both techniques will give good in-plane properties of the composite, but not out-of-plane (cross-section) due to interlaminar shear and delaminating.

To promote such a technological breakthrough, one of the main tasks of the project will be the building technologies at a pilot scale able to realize a textile structure for rectilinear or curved stiffener with 3D evolution of fibres on the basis of multiaxial knitting technology.

The prototypes will allow placement of fibres where mechanical designers need them. Such a technology can interlace carbon, glass or thermoplastic fibre, or combination of them; indeed, the second step of the program is to develop a combination of technologies able to build stiffeners in a whole range of “Y” or “X” profiles. Further alternative is to produce three surface layers spacer fabrics categorized as: U (face to face),

U (zigzag) and Xshaped. Such structures are expected to be very efficient for high energy absorption while using as crash-related components.

The simulation tool to be developed in the frame of this project will be based upon an existing finite element code of the ESI's PAM Solutions. 1D bar elements and 2D shell elements will be used to simulate the process, including the mechanical deformations and the contacts. This will give access to the physical detailed description of the location, orientation and trajectories of the fibres. The simulation tool will also enable testing of new process parameters controlling kinematics of developed technology. The full process will be simulated on small components.

Mechanical properties will be extracted from the obtained 3D geometry using virtual mechanical testing on samples. Thermo-mechanical distortion effects will be modelled. Also models proposed by ARMINES regarding consolidation and fusion bonding of thermoplastics will be implemented. The consortium will study the relationship between yarns, processing conditions, microstructures of the 3D preform and final properties of composite parts



Figure 2: MAPICC 3D partners - project meeting in Dubrovnik

2. MAPICC 3D partners

MAPICC 3D project's coordinator is ENSAIT (Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries Textiles, Roubaix (FR)). Project partners are: Coexpair S.A (BE), Mecacorp (FR), Politecnico di Milano – Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale (IT), Technische Universität Dresden (DE), Armines (FR), ESI GROUP (FR), University of Zagreb, Faculty of Textile Technology (HR), Dylco (FR), Alstom Transport SA (SP), Riga Technical University (LT), Redden (NL), Steiger (SW), Latvijas Finieris (LV), Ferlam Technologies (FR), Tencate corporate Technologies (NL), VolvoTruck (DE), Engineering System International GmbH (DE) and Association Aria ((DE).

Table 1 MAPICC 3D activities through eight workpacages (WP)

Workpacage	Name
WP1	Specifications for the development of demonstrators for 3D panel, for demonstrators for 3D stiffeners and specifications for raw materials
WP 2	Development of 3D shape performs in one step for panels and stiffeners at pilot scale
WP 3	Enhancement and improvement of simulation tools to model textile and composite processes, predict the mechanical characteristics of final products and to select the best configuration
WP 4	Development of automated systems , and quality system to produce up graded performs
WP 5	Implementation of 2 demonstrators for 3D panels and stiffeners, integration of automatic equipment systems, and modelling tools
WP 6	Demonstration of automated production process to manufacture: panels and stiffeners
WP7	Dissemination, IPR, exploitation plans

Faculty of Textile Technology, University of Zagreb, is involved in the five project's workpacages mainly for textile raw materials, for mechanical characterization of materials, demonstration of panels and stiffeners production process and for dissemination activities.

MAPICC 3D large-scale integrating collaborative projects with financial support by European Commission (NMP-FP7-2010-3.4-1).

Zahvala

Ovaj projekt predstavlja zalag sadašnjosti i budućnosti koji je naslonjen na dvadeset godina velikog kontinuiranog i nesebičnog posebno podvlačim Europskog rada prof. Grancarić i suradnika". MAPICC 3D je veliki znanstveni iskorak u Europu, gdje je TTF svrstan uz bok velikih Fakulteta, Instituta i korporacija punopravan partner u sučelju rada na novim znanstveno- istraživačkim ciljevima, novim komponentama i kompozitima koji bi trebali značajno doprinjeti novim modernijim tehnologijama u više industrijskih grana", jedinstveno je mišljenje Dekana fakulteta prof. Darka Ujevića. Čestitke suradnicima na velikom poduhvatu!

Acknowledgement

"This project represents a pledge of the present and future, which is result of twenty years of a large continuous and selfless, underlines in particular the European work of Prof. Grancarić and colleagues. MAPICC 3D is a major scientific breakthrough in Europe, where TTF is ranked among the reputable universities, institutes and corporations as a full partner in the interface of the new scientific research goals, the new components and composites, which should significantly contribute to the new technologies in many industries."

It is personal opinion of Professor Darko Ujević, dean of the Faculty. Congratulations to colleagues for a great project!

APLIKACIJA ROBOTSKJE TEHNOLOGIJE U TEKSTILNOJ I ODJEVNOJ INDUSTRIJI

APPLICATION OF ROBOTIC TECHNOLOGY IN THE TEXTILE AND CLOTHING INDUSTRY

Isak KARABEGOVIĆ; Edina KARABEGOVIĆ & Ermin HUSAK

Sažetak: Razvojem novih tehnologija, novih materijala, informacijske tehnologije i tehnologije senzora dolazi do stalne inovacije i promjene u robotskoj tehnologiji, koje dovode do novih funkcionalnih rješenja, i veće mogućnosti primjene industrijskih i servisnih robota u svim industrijskim granama privrede te tako i u tekstilnoj industriji od proizvodnje tekstila do prodaje gotovih proizvoda. U radu je dat osvrt na brojne primjene industrijskih robota u Svijetu u raznim industrijskim granama. Prikazan je koncept jednog potpuno robotiziranog-automatiziranog proizvodnog procesa- linije za proizvodnju i prodaju u odjevnoj industriji sa prikazima aplikacije industrijskih robota u proizvodnom procesu odjevne tehnologije. Prikazana je nova tehnologija ROBOT LUTKA pri on-line kupovini konfekcijskih modela i objašnjen je način upotrebe. Primjenom ove tehnologije u prodaji odjeće on-line kompanije ostvaruju dvije glavne prednosti. Prva je prednost smanjenja postotka povrata kupljene odjeće, a druga prednost je što su smanjeni troškovi prodaje, čime kompanije povećavaju profit. Robotska tehnologija iz dana u dan se sve više primjenjuje u svim industrijskim granama te tako i u tekstilnoj industriji što dovodi do automatizacije i modernizacije proizvodnih procesa od sirovine do prodaje gotovog proizvoda.

Abstract: The researches in new technologies, new materials, information technologies, sensor technologies leads to the constant innovation and changes in the robotic technology. This leads to new functional solutions and bigger possibilities of the industrial and service robots application in all industrial branches therefore textile industry from textile manufacturing to the product sale. In this paper review of the industrial robot application in the World is given in the various industrial branches. The concept of the absolutely new robotised automated manufacturing process – automation line for manufacturing and sale for clothing industry is presented by presentation of the application of industrial robots in clothing manufacturing processes. New technology ROBOTIC DOLL is presented in on-line shopping of clothing and instruction of use. Selling clothes online companies achieve two main advantages. The first advantage is the reduction in the percentage of returned clothes, reduced costs and increased profits. Another advantage is an increase in sales of clothing and especially with the higher prices. Application of the robotic technologies is increasing in all industrial branches and also in the textile industry which influences the automation and modernisation of textile manufacturing processes, from raw material to the final product.

Ključne riječi: odjevna tehnologija, industrijski robot, automatizacija, robot lutka.

Keywords: clothing technology, industrial robot, automation, robotic doll.

1. Uvod

Robotika je višedisciplinarna znanstvena disciplina koja objedinjuje mnoga systemska znanja kao što su inženjerska mehanika, elektrotehnika, informacijske tehnologije, industrijski inženjering, ergonomija i marketing, a zbog svog velikog značenja u postindustrijskom društvu, zadire i u područje medicine, ekonomije, sociologije, filozofije i umjetnosti.

Robotika je istovremeno i vrlo privlačna, izazovna i maštovita disciplina. Ona najčešće kao svoj zadatak ima plemeniti cilj – na primjer, zamijeniti čovjeka pri obavljanju zamornih i jednoličnih, odnosno opasnih i po zdravlje štetnih poslova [1,2,3,5,6,7].

Sa stalnom automatizacijom proizvodni procesa i njenom fleksibilnošću, te zahtjevima za stalnom promjenom u proizvodnim linijama funkcija industrijskog robota postaje sve složenija sa trendom povećanja primjene robota. Razvojem novih tehnologija i korištenje novih materijala u industriji zahtjeva nove proizvodne linije, te rastuća potražnja za alternativnim izvorima energije (proizvodnja solarnih ćelija) povećat će primjenu industrijski robota.

Raznolikost primjene industrijski robota je u porastu, a to zahtjeva fleksibilna automatizacija u tekstilnoj industriji, prehrambenoj, farmaceutskoj i električnoj/elektroničkoj industriji te smanjenje vremena izrade proizvoda sa stalno visokim kvalitetom. Iz dana u dan imamo tehnološka poboljšanja u fleksibilnosti, točnost, sigurnost i pojednostavljenje upotrebe industrijskih robota.

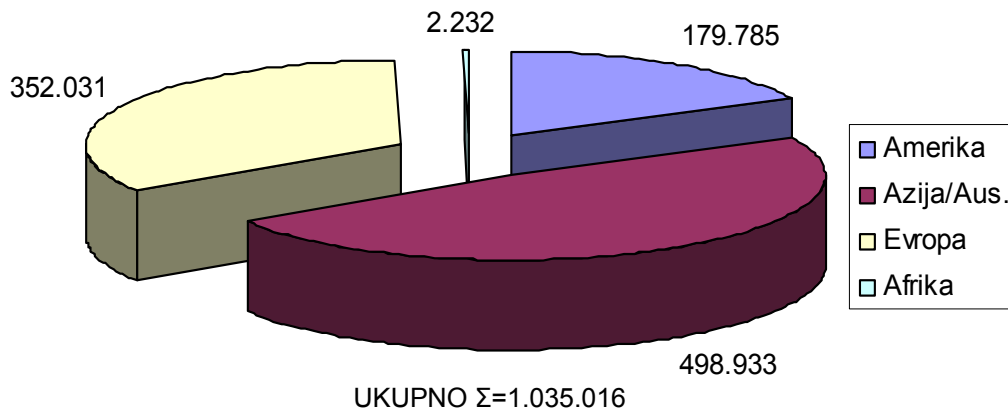
Srednja i mala poduzeća će početi koristiti fleksibilnu automatizaciju kako bi bila konkurentna na tržištu. Sa razvojem informatičkih tehnologija postoje stalne promjene u robotici koje dovode do novih funkcionalnih rješenja i veće mogućnosti primjene robota.

Dizajnirani su raznovrsni industrijski roboti specijalno za određenu vrstu radnih zadataka koji se koriste u svim industrijskim granama. Razvojem senzorske tehnologije može se govoriti o povećanoj primjeni industrijskih i servisnih robota u procesima proizvodnje tekstila i proizvoda od tekstila odnosno tekstilnoj industriji. U ovom radu ćemo analizirati aplikaciju robotske tehnologije u proizvodnim procesima tekstilne tehnologije.

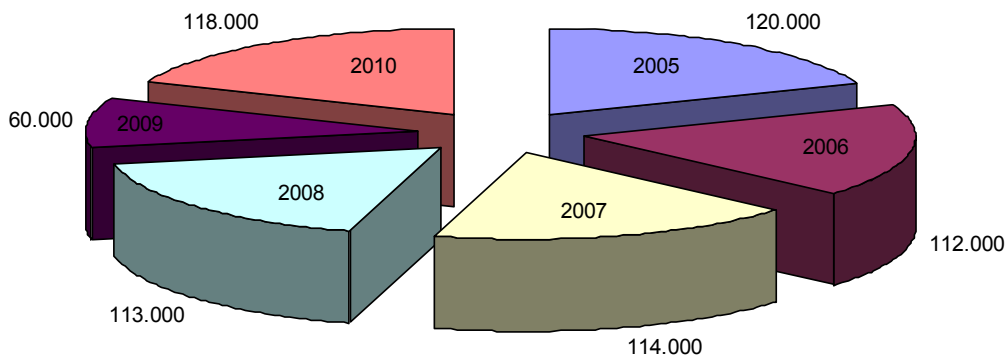
2. Aplikacija robota u proizvodnim procesima tekstilne industrije

Kao što smo rekli, sa razvojem informatičkih tehnologija i senzorske tehnologije postoje stalne promjene u robotici koje dovode do novih funkcionalnih rješenja i veće mogućnosti primjene robota u svim industrijskim procesima, te tako i u tekstilnoj industriji od proizvodnje tekstila do prodaje gotovih proizvoda. Da bi smo prikazali aplikaciju robota u proizvodnim procesima tekstilne industrije iz analizirajmo broj industrijskih robota u Svijetu.

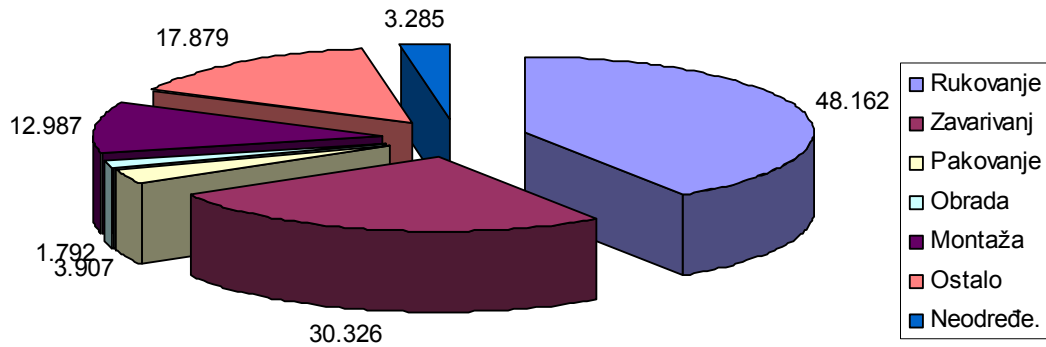
Za bazu podataka preuzeti su statistički podaci od International Federation of Robotics (IFR), podataka Ekonomske komisije pri UN za Evropu (UNECE) i Organizacije za ekonomsku kooperaciju i razvoj (OECD)[3,4,5,6,7].



Slika 1: Ukupna primjena industrijskih robota u Svijetu u 2010 godini



Slika 2: Godišnja primjena industrijskih robota u Svijetu od 2005-2010 godine

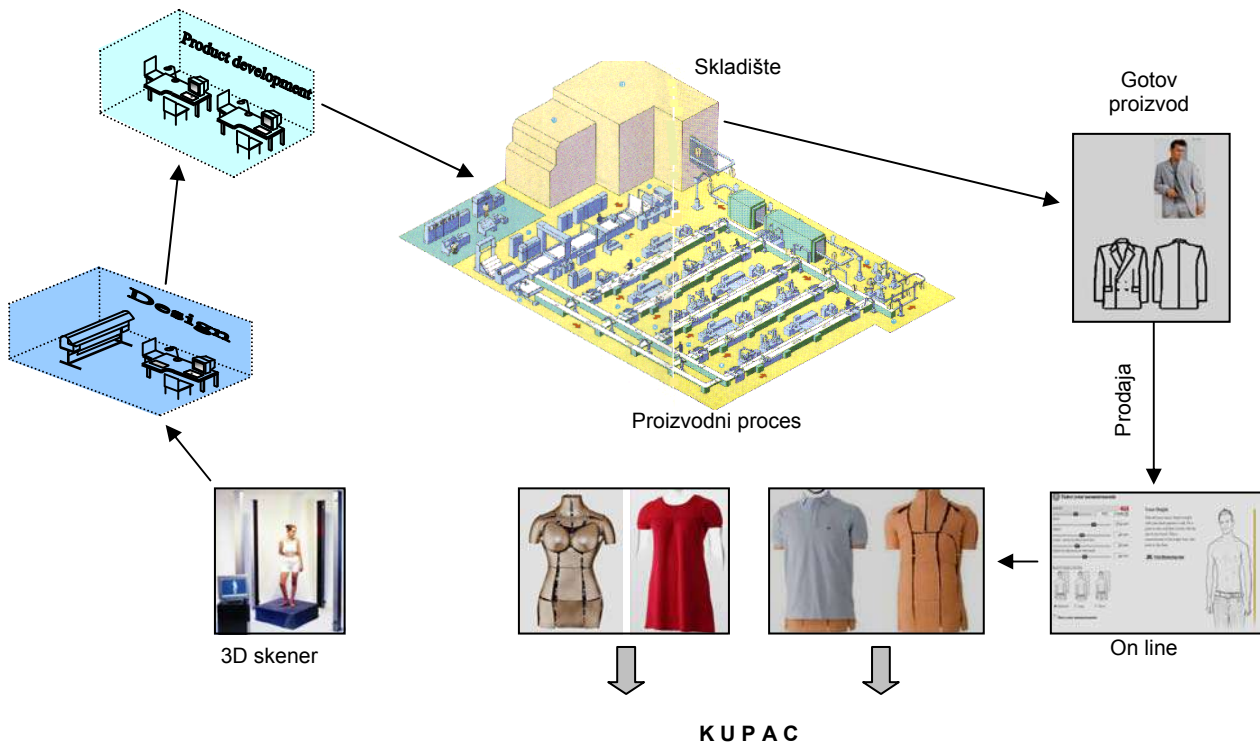


Slika 3: Primjena industrijskih robota u različitim proizvodnim procesima u 2010 godini

Na osnovi slike 1 i slike 2 dolazimo do zaključka da se iz godine u godinu broj primjene robota u Svijetu povećava. Isto tako na slici 3 dana je primjena industrijskih robota u različitim proizvodnim procesima, a u tekstilnoj industriji su pakiranje, rukovanje, obrada i prodaja gdje je primjena industrijskih robota u stalnom povećanju.

Primjena industrijskih i servisnih robota u tekstilnoj industriji je u svim njenim procesima: ispitivanju materijala, procesu proizvodnje kako tekstila tako konfekcije, primarne i sekundarne proizvodnje, među operacijskim manipulacijama, slaganju, sortiranju, prezentaciji, transportu, skladištenju i prodaji.

S obzirom da se na tržištu (odnosno kupac) traži bolja kvaliteta, što kraće vrijeme izrade, veći izbor dizajna sa što nižom cijenom kompanije su prisiljene da stalno vrše inovacije i automatizaciju svoji proizvodni procesa da bi zadovoljili potražnju na tržištu.



Slika 4: Koncept potpuno robotizirane-automatizirane linije za proizvodnju i prodaju u odjevnoj industriji [1, 2, 11, 14]

Na slici 4 prikazana je jedna koncepcija potpuno robotizirane-automatizirane linije za proizvodnju i prodaju u odjevnoj industriji, odnosno konfekciji. Primjenom novih tehnologija, kao što su novi materijali, informacijske tehnologije, robotske tehnologije, proizvodne tehnologije u mogućnosti smo da zadovoljimo zahtjeve kupca, a to je: da iz kuće može odabrati odjevni predmet prema svojim dimenzijama, odrediti model, odrediti boju, analizirati u 3D kako će izgledati na ROBOT LUTKI isti model, donese odluku o kupovini i izvrši kupovinu on-

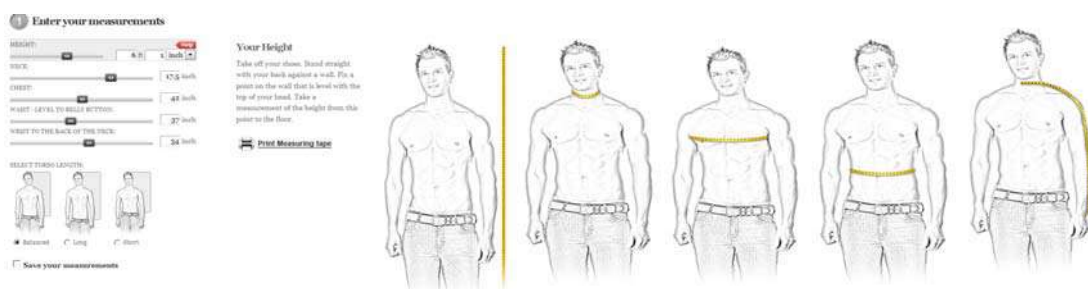
line isto tako i plaćanje. Na taj način kupac je uštedio vrijeme odlaska u kupovinu i odabir, te probe u kabini za kupovanje.



Slika 5: Aplikacije industrijskog robota u proizvodnom procesu tekstilne industrije [1,2]

Za realizaciju ovakvog koncepta najzaslužnije su nove tehnologije u koje spadaju: 3D skeneri, softveri za dizajn tekstila i odjeće, potpuno automatizirani proizvodni procesi gdje su primijenjeni industrijski i servisni roboti, roboti lutke, FitBot lutke te softver za on-line prodaju. U proizvodnom procesu koji je potpuno automatiziran od ulaza materijala u rolama do skladišta gotovih proizvoda (konfekcijski modela) primijenjeni su industrijski roboti, servisni roboti, manipulatori i senzorska tehnologija. Neke operacije u proizvodnom procesu gdje su primijenjeni industrijski roboti prikazani na slici 5 radi ilustracije.

Na slici 4 prikazana je i potpuno automatizirana prodaja odjevnih predmeta koji su proizvedeni u potpuno automatiziranoj tvornici za konfekciju, te je na taj način proces potpuno zatvoren. Kod nas je još uvijek kupovina u robnim kućama i prodavaonicama koje prodaju konfekciju uobičajena bez primjene novi tehnologija.

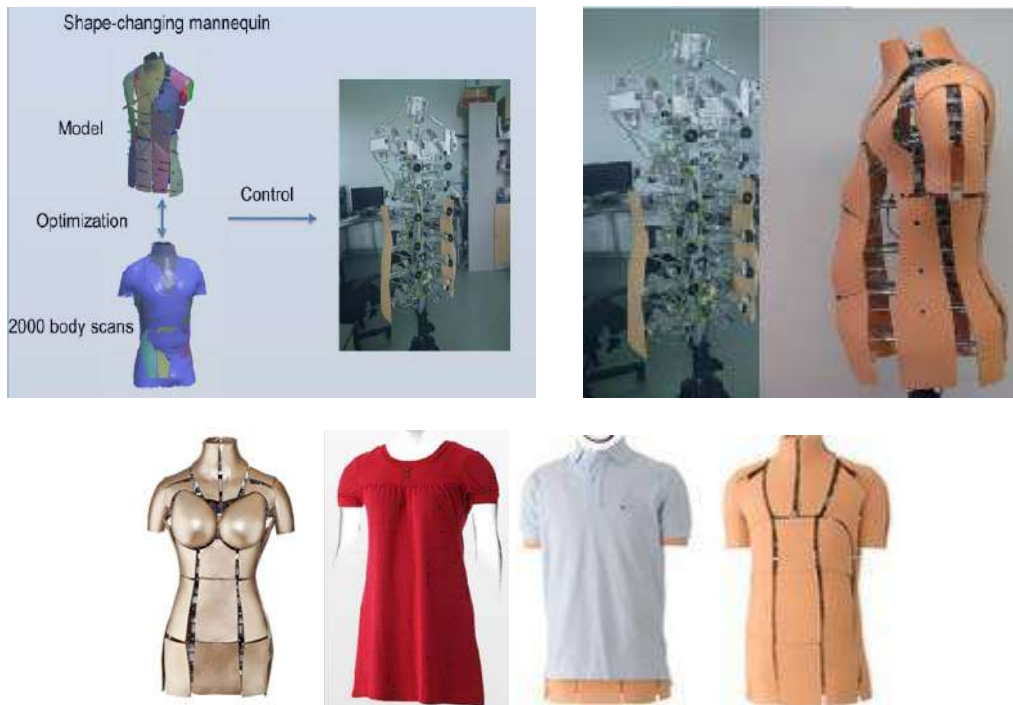


Slika 6: Unos dimenzija prilikom kupovine on-line odjeće

Ovdje ćemo prikazati na koji način se može izvršiti kupovina odjeće putem on-line od kuće da se ne ide u robne kuće i prodavaonice konfekcije. Razvoj informacijskih sistema je omogućio kupovinu navedenih artikala iz kuće putem interneta on-line. Kupovina na ovaj način zaživjela je za mnoge artikle kao što su knjige, mobiteli, računala, hrana itd., međutim kod prodaje odjevnih predmeta javljaju se problemi sa veličinama, tako da kada kupac kupi odjevni predmet, dobije ga, proba i vraća natrag jer mu ne odgovaraju dimenzije.

Iz tih razloga je prodaja iznosila svega 8%, međutim taj problem je riješila ROBOT LUTKA i FitBot LUTKA, a za to se pobrinula firma „Fist.me“ sa svojim istraživačkim partnerima. Virtualna garderoba i kupovina on-line uz pomoć ROBOT lutke omogućuje kupcu da vidi kako će različite veličine odjeće izgledati na njegovom tijelu prije same kupovine. Sama tehnologija kupovine on-line i prikaz virtualne garderobe se može vidjeti na

slijedećim slikama. Kupac odlazi na stranicu kompanije koja prodaje on-line odjeću i unosi svoje veličine prema prilagođenom softveru koji prikazuje slika 6 [14].



Slika 7: Modeliranje i optimizacija ROBOT lutke i analiza i podešavanje dimenzija odjevnog predmeta na ROBOT lutci prilikom on-line kupovine

Nakon što su se unijele dimenzije, softver vrši optimizaciju algoritmom da bi se dobio željeni oblik tijela kupca što je točnije moguće, 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 oblika 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 pokazuje povećanje prodaje u prosjeku 58%. Došlo je do smanjenja vraćanja isporučene odjeće za 28% što je tvrtkama podiglo profit. Istraživanja su pokazala da se samo 8% odjeće proda on-line prije nego je u prodaju uvedena ROBOT lutka.

Glavni je problem što kupac kada kupi odjeću on-line i ne bude zadovoljan sa dobivenim dimenzijama, vraća je nazad prodavaču. Kao što vidimo taj se prosjek prodaje na ovaj način sa 8% povećao na 58% što predstavlja nagli skok u prodaji. Za kupca razvojem ROBOT lutki on-line kupovina odjeće puno je lakše, bez komplikacija vraćanja iste odjeće te povećanje njihovog povjerenja i dugoročna lojalnost kompaniji. Prodajom odjeće on-line kompanije ostvaruju glavnu prednost, a to su smanjeni troškovi i povećan profit kompanije.

3. Zaključak

Razvojem novi tehnologija i korištenjem novih materijala u industriji zahtjeva nove proizvodne linije, stalnu inovaciju i automatizaciju što povećava primjenu industrijski robota. Razvojem senzorske tehnologije može se govoriti o povećanoj primjeni industrijskih i servisnih robota u procesima proizvodnje tekstila i proizvoda od tekstila, odnosno tekstilnoj industriji.

Na osnovi izvedene analize dolazimo do zaključka da se iz godine u godinu broj primjene industrijski robota u Svijetu povećava u svim industrijskim granama, te tako i u tekstilnoj industriji. Primjena industrijskih i servisnih robota u tekstilnoj industriji je u svim njenim procesima: ispitivanju materijala, procesu proizvodnje kako tekstila tako konfekcije, primarne i sekundarne proizvodnje, među operacijskim manipulacijama, slaganju, sortiranju, prezentaciji, transportu, skladištenju i prodaji.

Prikazana je jedna koncepcija potpuno robotizirane-automatizirane linije za proizvodnju i prodaju u odjevnoj industriji, odnosno konfekciji. Primjenom novih tehnologija, kao što su novi materijali, informacijske tehnologije, robotske tehnologije, proizvodne tehnologije u mogućnosti smo da zadovoljimo zahtjeve kupca.

Razvojem ROBOT lutki on-line kupovina odjeće puno je lakša, bez komplikacija vraćanja iste odjeće te povećanje povjerenja i dugoročna lojalnost kompaniji. Prodajom odjeće on-line kompanije ostvaruju dvije glavne prednosti. Prva prednost što je smanjen postotak povrata kupljene odjeće, smanjeni su troškovi i povećan profit.

Literatura

- [1] Doleček, V.; Karabegović, I.; Roboti u industriji, Tehnički fakultet Bihać, Bihać, (2008)
- [2] Nikolić, G.; Katalinić, B.; Rogale D.; Jerbić, B.; Čubrić G.; Roboti&primjena u industriji tekstila i odjeće, Tekstilno-Tehnološki fakultet Zagreb, Zagreb, (2008)
- [3] World Robotics 2010, United Nations, New York and Geneva, (2010)
- [4] World Robotics 2008, United Nations, New York and Geneva, (2008)
- [5] World Robotics 2002, United Nations, New York and Geneva, (2002)
- [6] Karabegović, I.; Karabegović, E.; Husak, E.; Comparative analysis of the industrial robot application in Europa and Asia, International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS Vol: 11 No:01
- [7] Karabegović, I.; Jurković, M.; Doleček, V.; Primjena industrijski robota u Evropi i Svijetu, 30.Savetovanje proizvodnog mašinstva,Vrnjačka Banja, SCG,01-03. Septembar 2005, str. 29-45.
- [8] Knez B.; Miličić J.; Rudan R.; Szivovics L.; Taboršak D.: Primjenjena antropometrija za antropologiju, biomedicine, ergonomiju i standardizaciju, Priručnik za terensko istraživanje Republike Hrvatske, Ministarstvo odbrane, Zagreb, (1995)
- [9] Must, I.; Anton, M.; Kruusmaa, M.; Aabloo, A.; Linear modeling of elongated bending EAP actuator at large deformations, Proc. SPIE 7287, 72870V. (2009)
- [10]Pugal D.; Kasemägi H.; Kruusmaa M.; and Aabloo A.: An advanced finite element model of IPMC, Electroactive Polymer Actuators and Devices (EAPAD) 2008 6927(1), SPIE, (2008)
- [11]Anton, M.; Punning, A.; Aabloo, A.; Kruusmaa, M.; A Mechanical Model of a non-uniform bending ionomeric polymer metal composite (IPMC) actuator, Journ. of Smart Materials and Structures, 17, 025004, (2008)
- [12]www.fits.com Pristupljeno 28.09.2011. u 23,00
- [13]www.fascodesign.com/1662372/fitsmes-shape-shifting-robot-lets-you-try-on-clo Pristupljeno 30. 9. 2011.
- [14]www.servis.fits.com Pristupljeno 30.09.2011.

ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA USPJEŠNOST ZNANSTVENIKA KAO NASTAVNIKA

FACTORS AFFECTING THE SUCCESSFUL SCIENTIST AS A TEACHER

Gojko NIKOLIĆ & Darko UJEVIĆ

Sažetak: Prikazana je potreba za sustavnim obrazovanjem znanstvenika za nastavnike na fakultetima. Naznačeni su elementi koji utječu na kvalitetu nastave. Istaknuti su neki čimbenici značajni za nastup nastavnika pred studentima.

Abstract: This paper presents the need for systematic education of scientists for teachers in colleges. The elements that affect the quality of teaching are shown. Some elements are highlights relevant to the performance of teachers to students.

Ključne riječi: nastava, didaktika, metodika, nastavna sredstva, najprofesor.

Keywords: instruction, pedagogy, methodology, teaching aids, the best professor.

1. Uvod

Sveučilište bi trebalo pridavati više pozornosti kvaliteti nastave na fakultetima, budući da su fakulteti visoko obrazovne institucije i obrazovanje je njihov primarni zadatak. Često se, međutim, pokušava postaviti na prvo mjesto njihov znanstveni karakter. Institucije čija je osnovna djelatnost znanost su instituti, a ne fakulteti. Zbog zahtjeva za dobrim poznavanjem struke po dubini, znanosti i trendova u razvoju znanosti, nastavnik mora biti i znanstvenik. To ne umanjuje njegovu početnu i bitnu ulogu – nastavu. Ovi stavovi mogu kod izvjesnog broja nastavnika izazvati otpor, jer im je bitno iskazivanje njihovih znanstvenih postignuća, a doprinos svom primarnom zadatku - nastavi - potpuno su zanemarili ili se prema njoj odnose maćehinski, smatrajući je banalnošću. Biti dobar i vrstan znanstvenik ne znači biti i dobar nastavnik!

Najveći broj nastavnika na fakultetima (osim na nastavničkom i filozofskom) su „samouki“ nastavnici bez završene nastavničke edukacije koju smatraju nepotrebnom, jer „predavati može svatko tko dobro pozna struku“. To je potpuno pogrešno, iako je jedan dio nastavnika svojim dugogodišnjim nastavničkim iskustvom, osobnim afinitetom prema nastavi, možda i talentom, uspio postići da postane dobar nastavnik.

Treba nastojati da se osim znanstvene izvrsnosti, koja se dosta rigorozno propisuje i traži za napredovanje, zahtijeva i nastavnička izvrsnost. Postojeća provjera kroz nastupna predavanja najčešće je formalnost, a nju ocjenjuju, slobodno se može reći, ipak najčešće nekompetentni članovi iz znanstvenog povjerenstva, koji su ocjenjivali znanstveni rad kandidata za što su kompetentni. Ocjenu nastupa nastavnika i održane nastupne nastave trebali bi ocjenjivati potvrđeni vrsni nastavnici ili oni koji su završili tu edukaciju. Sveučilište treba promijeniti taj dio prakse kao i Pravilnik.

Postoji mogućnost obrazovanja i stjecanja znanja iz metodike struke, didaktike (grčki didaskein = poučavanje), pedagogije. Sada, nažalost, ta izobrazba nije prilagođena nastavnicima na nenastavničkim fakultetima ni po struci (metodika struke), ali ni po duljini trajanja, jer se odvija u sklopu redovnog studija na nastavničkom fakultetu. Tu ulogu organiziranja drugačijeg načina izobrazbe nastavnika s drugih fakulteta mora preuzeti na sebe Sveučilište u cilju sustavnog unapređivanja kvalitete obrazovanja.

Ovo izlaganje potkrepljuje i izjava (Weimer, 1990): „Danas je široko prihvaćeno mišljenje da svatko može postati dobar nastavnik ako se trudi, a vjerovanje da se „dobar nastavnik rađa, a ne postaje“ smatra se mitom. Sve u svemu, biti ili postati dobar nastavnik težak je posao, a puno bi se kolega složilo da izvrsnost u nastavnom radu treba nagrađivati više nego što je to sada slučaj“ [2].

Kad bismo postavili pitanje: Je li za studente bolji nastavnik akademik, a loš predavač ili znanstvenik profesor koji je dobar predavač?, odgovor možemo i sami dati iz osobnog iskustva dok smo bili studenti. Vrijedi li slušati nekoga tko predaje sadržaj kojeg ne možemo razumjeti ni pratiti, čije misli idu brže od izgovorene riječi te se ni jedna misao ne završi i sl., bez obzira koliki on bio stručnjak?

Danas smo, posebno na tehničkim fakultetima, izloženi ogromnom prilivu novih znanja, stvaraju se nova polidisciplinarna i interdisciplinarna područja. Procjenjuje se da se svake tri godine udvostruči ukupno znanje, a prognoze govore da će već 2012. to udvostručenje biti samo u jednoj godini. Taj priliv goleme količine znanja nije jednostavno uključivati u nastavu, jer za to nema vremena u nastavi. Dva su pravca odabrana kako bi se donekle ublažio taj problem. Jedan pravac je cjeloživotno učenje onih znanja neophodnih za radno mjesto, a drugi je usmjeren prema nastojanju da studenti dobrom, interesantnom

nastavom te radom u praktikumima nauče više na samoj nastavi, a ostali dio gradiva da nadopunjavaju individualnim učenjem izvan fakulteta kako bi na taj način savladali veću količinu nastavne materije. Radi prepoznatljivosti primjene naučenog znanja naveliko se prakticira i oblik nastave nazvan „problemskom“. Isticanje u nastavi problema i načina kako se oni rješavaju, usmjerava znanje na rješavanje praktičnih, realnih problema, najčešće osobnim radom na opremi. Takva ih vrsta poslova najčešće čeka u praksi nakon završetka studija. Ne treba zaboraviti da se najveća količina znanja usvaja osobnim radom (oko 90%) [4]. U svijetu u obrazovnim institucijama studenti, a često i srednjoškolci, imaju svoje projekte, što predstavlja konkretizaciju problemske nastave.

Potrebna je i promjena stava Sveučilišta u vezi s kvalitetom nastave, te vrednovanje tih postignuća kod izbora u nastavna zvanja izjednačiti, u najmanju ruku, sa znanstvenim postignućima. U zadnjem Pravilniku o napredovanju sveučilišnih nastavnika napravljen je malen, ali nedovoljan pomak.

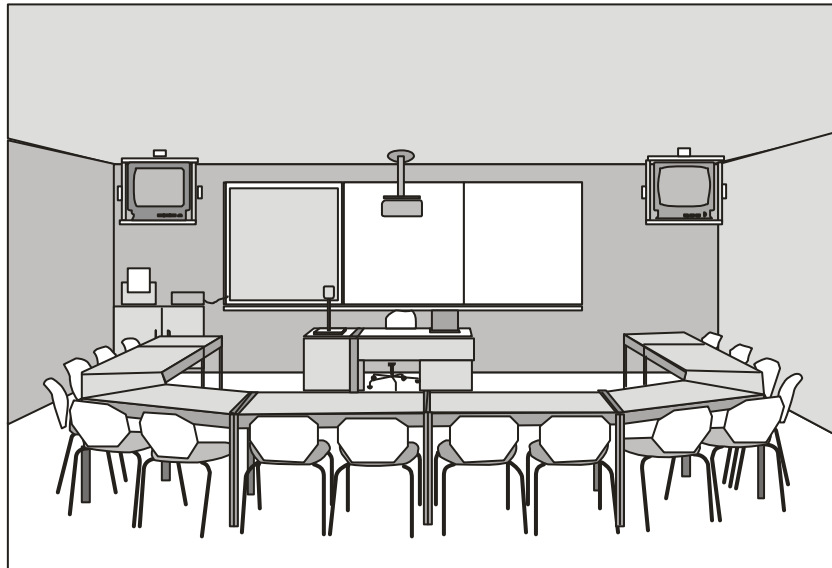
2. Elementi koji utječu na kvalitetu nastave

Cilj ovog članka nije edukacija nastavnika na polju poučavanja (didaktike i metodike), za što postoje udžbenici, seminari, stručna predavanja i sl., već ukazivanje na neke bitne čimbenike koji utječu na kvalitetu nastave i nastup nastavnika, kako bi nastavnike potakao na razmišljanje i nastojanje da poboljšaju svoj nastup u nastavi.

Nije neobično što se često za ukazivanje kakav treba biti nastavnik, odnosno profesor, koristi komparacija W. A. Warda: Prosječni nastavnik samo priča, govori – dobar nastavnik objašnjava – vrhunski nastavnik pokazuje – onaj najveći nadahnjuje.

2.1 Prostor i oprema

Mnoge obrazovne ustanove ne poklanjaju dovoljno pozornosti prostoru u kojem se odvija nastava, a on može pomoći ili odmoći kvaliteti nastave. Vrlo detaljno treba biti promišljen raspored stolova slušatelja, kao i nastavnika, te prostor koji on mora koristiti (slika 1). Treba se samo prisjetiti osobnih iskustava održavanja nastave u neprikladnim prostorima, bez obzira jesmo li bili u ulozi nastavnika ili slušatelja [1]. Isto tako danas, i to sve više i više, ima utjecaj kvalitetna nastavnička oprema i pomagala, praktikumi i laboratoriji. Studiranje se mora temeljiti na suvremenoj laboratorijskoj opremi, koliko god neki to smatrali luksuzom. Današnje studente obrazujemo za gospodarstvo u koje će se uključiti tek za 5 godina. Kako tehnika ide brzim koracima naprijed, današnja oprema je već zastarjela, a pogotovo ako se ona godinama ne obnavlja, te ćemo obrazovati buduće inženjere na primjercima opreme čije bi mjesto trebalo biti u Tehničkom muzeju.



Slika 1. Pravilan raspored stolova u učionici

2.2 Nastup nastavnika

Mnogo je elemenata vezanih uz nastup nastavnika, a posebno uz njegov odnos sa slušateljima. Postoje istraživanja koja govore da je prvi dojam najvažniji, i to čak u prvih 15 minuta. Kako postići pozitivan prvi dojam? Ne može se puno toga reći u tim prvim minutama nastave da bi se sadržajno ocijenila nastava predavača, ali očito postoji mnogo drugih elemenata koji utječu na taj „prvi“ dojam.

Odijevanje:

Koliko god to neki smatraju svojim osobnim izborom i stilom, u nas se očekuje da stručnjak, znanstvenik i sveučilišni profesor i svojim izgledom odaje ozbiljnu i pristojnu osobu, što pridonosi pozitivnom prvom dojmu, za razliku od Amerikanaca koji se odijevaju kao i studenti te predaju u trapericama, vestama, s nogama na stolu i sl. Ponegdje u Europi uobičajeno je da promjenom odjeće nastavnik želi biti slušateljima uvijek nanovo interesantan. Korištenje kuta eliminira mogući pozitivni (ili negativni) prvi dojam. Iako se kute u nas smatraju zaštitnom, radnom odjećom, i nose se dok smo na radnom mjestu, treba ih promatrati u sklopu početnog dojma. Smatram da na prvo predavanje, zbog prvog utiska, ne treba nositi kutu, već se prikladno i ukusno odjenuti.

Ponašanje:

Nastavnik mora zračiti srdačnošću, otvorenošću i ležernošću. To je preduvjet brzog uspostavljanja kontakta. Nikada se ne smije postavljati iznad slušatelja - studenata. Stvoren stručni i osobni autoritet pravi razliku koju sami slušatelji osjećaju i postavljaju. Svakom slušatelju (studentu) mora se pristupiti kao ravnopravnoj osobi i s njom uspostaviti kontakt. Ne misli se na prijateljski odnos, već na profesionalni odnos nastavnik - student. Mnogi nastavnici griješe nastojeći autoritet uspostaviti jedino prenaplašenom strogoćom [5], ili „visokoučenom“ ali nerazumljivom nastavom.

Nastavni rad:

Nastavnik svojim načinom poučavanja misaono vodi slušatelje do potpunog razumijevanja obrađenih sadržaja. Razumjeti sadržaj znači da su jasne raznovrsne funkcijske veze i odnosi između uzroka i posljedica, dijela i cjeline, sadržaja i forme (tzv. heuristička nastava). Pri tome valja koristiti različite sociološke oblike rada (frontalni rad, rad u skupini, individualni rad), prikladne za različite sadržaje nastave ili vježbi. Egzemplarnom nastavom postiže se povećanje motiviranosti studenata. Usmjeravajući i vodeći studente kroz probleme i njihovo rješavanje, postiže se da oni sami dolaze do spoznaje o rješenju ili odgovoru [1].

2.3 Retorika

Za osnivača retorike Koraksa, grčkog učitelja govorničtva i prvog poznatog pisca Rhetorike techne (govornička vještina), ono je „sredstvo uvjeravanja riječima“, a za Rimljane to je Ars bene dicendi – vještina (umjetnost) dobrog govora, ili Ars persuadendi – vještina uvjeravanja [6]. U njoj su sadržani elementi kao što su: prikazivanje teme, raščlanjivanje prikazivanja, povezanost, realističnost prikaza, sadržaj govora, način i ritam govora, izgovor, rečenice, novi pojmovi, izbor riječi, način izlaganja, stanke u govoru, poštapalice, ton i jačina glasa i sl. [1].

Samo nekoliko primjera izvučenih iz tekstova navedenih u literaturi [1]:

Rečenice moraju biti sadržajne, promišljene, kratke i jasne. Slušatelje najviše smetaju "prazne" rečenice ili cijeli odlomci. Stječe se dojam da nastavnik govori samo da bi ispunio vrijeme, a ujedno se razvija i osjećaj podcjenjivanja slušatelja. Podcjenjuje se njihovo rasuđivanje o sadržaju govora, njihovo znanje, pa i inteligencija. U glasu se mora osjećati zainteresiranost temom. Ako je tema predavaču dosadna, banalna, koju već godinama predaje, on će se je željeti što prije riješiti, pa će se to osjećati i u govoru. Taj odnos predavača prema temi prenijet će se u obliku dosade i na slušatelje. Pozornost će popustiti i rezultati predavanja će biti loši. Iskusni nastavnici, da izbjegnu tu „zamku“, uvijek dodaju novine koje nisu ranije predavali, povezuju temu predavanja sa suvremenim događajima kako bi njima samima bilo interesantno te kako bi svoju zainteresiranost temom prenijeli na slušatelje. Bitno je stalno zadržavanje pozornosti slušatelja, a za to se često koristi efekt iznenađenja. Treba postići zanimljivost pričanja kao i jasnoću izražavanja.

Dobro je imati namjerne pauze u izlaganju, jer mnoštvo podataka umara, stvara zasićenje. Potrebne su češće pauze, ali ne takve da se slušatelji dižu s mjesta, već su one u obliku promjene teme, ispričane povijesne činjenice, dnevnog događaja, anegdote vezane uz temu ili slično.

Nikako ne čitati tekst sa slajdova koji se projiciraju. Tekstovi na slajdovima korištenjem PowerPointa namijenjeni su prije svega kao natuknica i podsjetnik u cilju sistematičnog izlaganja, da se nešto ne zaboravi, a služe da i slikom dočaraju materiju, jer slike „govore više od tisuću riječi“. Treba pričati svojim riječima i daleko više nego li je napisani tekst na slajdu.

Treba imati na umu česti savjet starijih nastavnika „da se nema ništa tako važno kazati nakon što je zvono zazvonilo“, što ukazuje na dobru i vremenski izbalansiranu pripremu predavanja. To znači da se ne smije prekoračiti vrijeme predviđeno za nastavu [7]. Nastava mora početi na vrijeme i završiti u predviđenom vremenu.

Za ilustraciju može poslužiti mišljenje studentice filozofije iskazano o najprofesoru [3]: „... riječ je o jednom profesoru Filozofskog fakulteta. Kroz školovanje rijetko kada sam se imala priliku susresti s nekim tko s toliko žara i ljubavi svoje bogato znanje prenosi studentima. Mislim da je upravo ta ljubav prema tome što poučava ključ uspjeha. Kada pred vama stoji netko pun entuzijazma, sigurno je da će vas više zainteresirati od nekoga tko dva sata priča bez ikakve promjene u glasu ili bez promjene izraza na licu. Također, jedan od razloga zašto je ovaj profesor toliko „velik“ u mojim očima jest činjenica da nije ograničen samo na svoj predmet, već gradivo povezuje s drugim sferama života“.

2.4 Oblikovanje predavanja

Ako se želi da predavanje bude kvalitetno, sadržajno i prilagođeno raspoloživom vremenu i slušateljima, treba ga vrlo studiozno pripremiti, svaki put prije novog (pa i ponovljenog) predavanja. To treba obvezno napraviti neovisno o stručnosti predavača jer se podrazumijeva da nastavnik gradivo izvanredno dobro poznaje. Oblikovanje predavanja sadrži razlučivanje predavanja po definiranoj shemi, određivanje trenutka i razloga uporabe nastavnčkog pomagala i didaktičke opreme kao i njihov pravilan odabir, određivanje sadržaja pitanja, zadataka ili teksta za diskusiju, definiranje cilja predavanja, njegovih koraka, kontrola postignutih ciljeva koraka, te zaključka predavanja [1]. Veliko je umijeće složenu nastavnu materiju prikazati jednostavnom i lako razumljivom. Iako se ne prakticira na sveučilišnoj nastavi, ponavljanje gradiva s prethodnog predavanja pridonosi dobrim rezultatima kontinuiteta predavanja. Nekoliko utrošenih minuta za to ponavljanje vrlo je korisno i značajno za stvaranje osjećaja cjeline nastavne teme, te naslanjanja novog predavanja na već ranije ispredavano.

2.5 Neverbalno ponašanje

Mnogim nastavnicima je nepoznato koliko neverbalno ponašanje ima utjecaja na nastavu. Neverbalno ponašanje značajno pomaže ne samo naglašavanju ili zornom prikazivanju onoga što je rečeno, već i stvaranju atmosfere, uspostavljanju kontakta i približavanju slušateljima. Neverbalno ponašanje je zbirni naziv za skup svih manifestacija ponašanja nastavnika, osim iskazivanja govorom. U njih spadaju kontakt pogledom, mimika, gestikulacija, držanje tijela, sjedenje i kretanje.

Nekoliko natuknica koje pobliže pokazuju njihov utjecaj na kvalitetu nastave [1].

Kontakt pogledom je jedna od najvažnijih manifestacija neverbalnog ponašanja i mora biti stalan tijekom trajanja predavanja. Raspored i načini uporabe nastavnčkih pomagala moraju biti prilagođavali ostvarivanju tog zahtjeva.

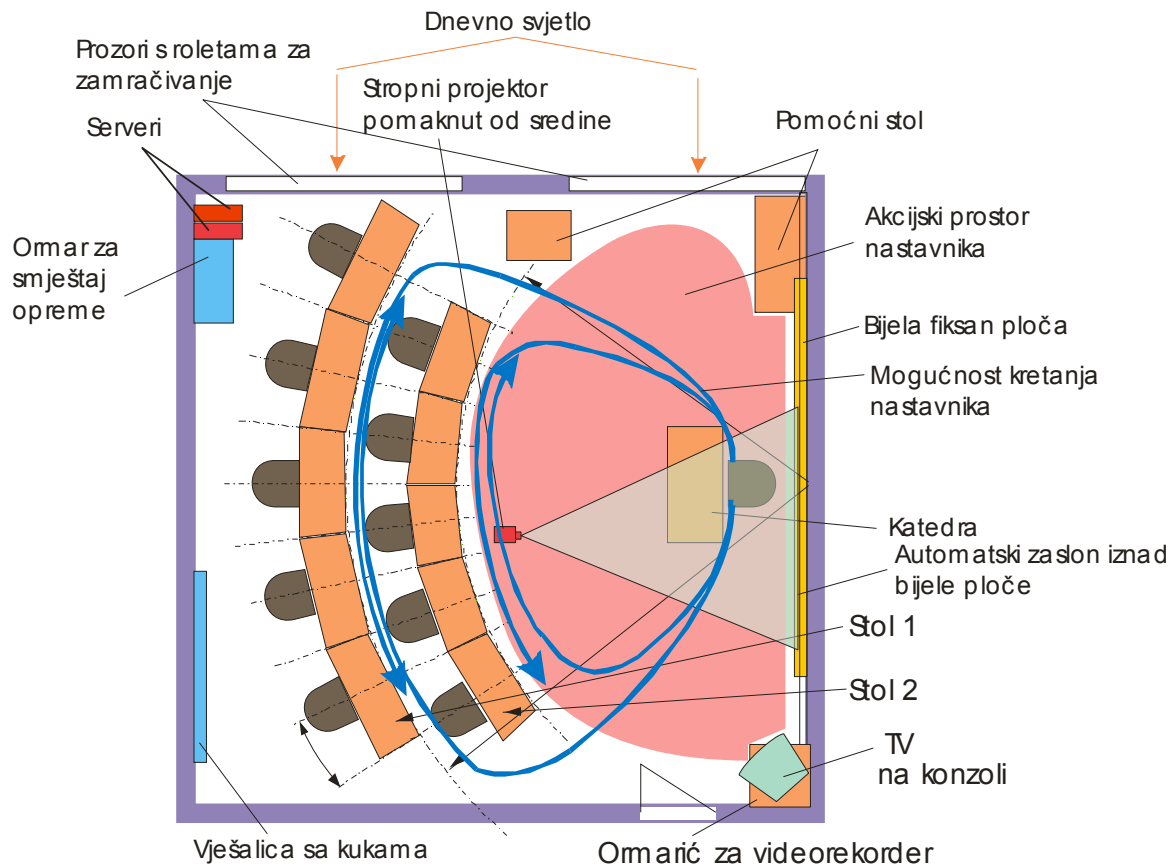
Vizualni kontakt (gledanje u oči) mora biti uspostavljen sa svima. Nikako se ne smije fiksirati neku skupinu ili pojedinca. Svatko zaslužuje da ga se pogleda i svatko treba osjetiti da je zapažen, da je cijenjen. Nehotično slušatelj stječe dojam kako predavač govori upravo njemu i osjeća se polaskanim, ali ga to ujedno animira na pozorno slušanje nastavnika.

Kada se pak nešto treba posebno objasniti i naglasiti, prelazi se pogledom preko svakoga posebno, provjeravajući koliko su slušatelji od iznesenog razumjeli.

Nije dobro ni fiksiranje, kao ni gledanje „kroz“ osobu. Potpuno je neprihvatljivo gledanje kroz prozor, u zid ili strop, u pod i sl., čime se iskazuje prezir prema slušateljima kao i stav da je nastavniku svejedno kome to priča.

Kretanja mora biti što više (akcijski prostor nastavnika slika 2). Ono mora biti lagano, smireno i nikako ustaljenim rutama. Kretanje se obavlja od jednog do drugog nastavnog pomagala. Može biti i prema naprijed i koracima unazad te pomicanje bočno na jednu i drugu stranu. U svakom trenutku bolje je lagano kretanje nego stajanje. Smirivanje kretanja ili davanje vremena za razmišljanje ostvaruje se sjedenjem.

Neki fakulteti u svijetu organiziraju izbor najnastavnika (primjerice medicinski fakulteti u Švedskoj, te im dodjeljuju titulu „Malog Nobela“ koju im uručuje Nobelovac za medicinu izabran za tu godinu), ili u nas na Sveučilištu u Splitu.



Slika 2. E-učionica na TTF-u.

Evo nekih izjava i mišljenja studenata iz Splita [3]:

- Studentica prve godine Ekonomskog fakulteta: „....najbolji je onaj profesor koji, osim o svome predmetu, studente poučava o životu, koji nas uči kako biti dobar čovjek.“
- Studentica četvrte godine Filozofskog fakulteta: „.....najbolji je profesor koji studente ne gleda s visoka i uvijek im je spreman izići u susret i objasniti ako nešto nije jasno. Jedna moja profesorica je upravo takva. Vrata njenog kabineta uvijek su otvorena za svakoga, materijali koje koristi su jednostavni i razumljivi. Sve studente gleda jednako.“
- Student prve godine Ekonomije: „....najbitnije je da je profesor korektan. Ima onih kod kojih ne smiješ odgovarati ako puše jugo jer češ dobiti lošiju ocjenu.“
- Studentica prve godine Ekonomskog fakulteta: „Najbolja profesorica s kojom sam se ikada susrela u školovanju bila je doslovno uživljena u svoj predmet i upravo nas je taj njen žar sve uspijevao zainteresirati za njezin predmet.“

Opći je zaključak studenata: „....da nije bitno koji predmet profesor predaje, već na koji način to radi. Također, čini se da titule nisu bitne, već se naglasak stavlja na osobine - susretljivost, kreativnost, entuzijizam,“...

3. Zaključak

Umjesto zaključka mogu se dati neke konstatacije, kao rezime gornjeg izlaganja.

Budući da smo se odlučili za nastavnički poziv na visokoobrazovnoj ustanovi, pitamo se kako postati dobar nastavnik. Trebamo znati da je to veoma odgovorno zanimanje. Pred nama su mladi umovi koje treba obrazovati za struku, ali i oblikovati i usmjeriti na pravi stručni pa i životni put. Stoga, biti dobar nastavnik nije samo profesionalna težnja k usavršavanju već i osobna, moralna obveza koju sa sobom nosi taj poziv [4]. Ukoliko se želi postati dobar nastavnik, potrebno je mnogo raditi, a gore naznačene smjernice ukazuju koje je to znanje koje treba naučiti i usvojiti.

Često sam držao predavanja i seminare „Kako postati vrstan predavač-nastavnik“ i uvijek sam rekao da cjelokupni nastup pred „publikom“ - studentima, slušateljima mora biti dobro osmišljen i da ga možemo usporediti s pripremama glumca koji svoju ulogu mora dobro naučiti kako bi postigao maksimalni uspjeh. Uspoređivanje ili „poistovjećivanje“ sa showmanom kod nekih izaziva negodovanje. Showman služi kao pojam da se prije svega ukaže na elemente nastupa pred „publikom“ i na sve druge elemente nastupa, a ne samo na sadržaj onoga što se govori, jer sve zajedno potpomaže kvalitetnoj nastavi i efektima koje ona postiže.

"Izvrsnost u poučavanju obično se određuje na temelju procjene o izvedbi. Studenti, kolege, a u nekim slučajevima i nastavno osoblje, sami opisuju kako poimaju izvedbu. Doista, za učinkovitu nastavnu praksu i - s tim u vezi - kvalitetno učenje studenata, procjena toga koliko netko zna o poučavanju može se čak smatrati nebitnom. Kod prepoznavanja nastavne izvrsnosti puno je važnije da oni koji su tu izvedbu „iskusili“ smatraju da je ona bila uspješna ili učinkovita (primjerice sadašnji ili bivši studenti, kolege ili sami nastavnici)" [2].

Za one koji bi željeli detaljnije proučavati područje didaktike, navedene su knjige u popisu literature [8, 9].

Literatura

- [1] Nikolić G.: Kako postati vrstan predavač, Tipex, Zagreb, 2001., ISBN 953-6022-41-9
- [2] Kreber C.: Teaching Excellence, Teaching Expertise, and the Scholarship of Teaching, Innovative Higher Education, Vol. 27, br. 1, jesen 2002., str. 5-23, a na Internetu: Biti ili postati dobar nastavnik težak je posao, <http://sveuciliste-u-sjeni.org/aktualno/izbor-najprofesora/159-biti-ili-postati-dobar-nastavnik-tezak-je-posao.html#>, pristup 01.11.2011.
- [3] Jerković A.: Kakav bi trebao biti "Najprofesor"?, rubrika Sama kroz život, <http://szssplit.hr/nastavnici-poucavaju-vise-onim-sto-jesu-nego-onim-sto-govore/7950/>, pristup 01.11.2011.
- [4] Milat J.: Pripreme za nastavu, metodički priručnik, Hrvatska zajednica tehničke kulture, Zagreb 1995., ISBN 953-6091-12-7
- [5] Anonimus: Kako biti dobar nastavnik, <http://www.kakopedija.com/831/kako-biti-dobar-nastavnik/>, pristup 01.11.2011.
- [6] Avramović S.: Rhetorike techne – veština besedništva i javni nastup, <http://www.simaavramovic.org/sr/rhetorike-besednistvo-javni-nastup.htm>, pristup 12.11.2011.
- [7] Ujević D.: Put izazova, D.K.M.d.o.o., Zagreb 2010., ISDN 978-953-98444-3-9
- [8] Bognar L., Matijević M.: Didaktika, Školska knjiga, Zagreb, 1993., UDK 37.02(075.8), 921211023
- [9] Poljak V.: Didaktika, Školska knjiga, Zagreb, 1991., ISBN 86-03-00296-7

NEKI EKOLOŠKI ASPEKTI NANOTEHNOLOGIJE

SOME ECOLOGICAL ASPECTS OF NANOTEHCNOLOGY

Gordana PAVLOVIĆ & Vesna HAJSAN-DOLINAR

Sažetak: Nobelovac, fizičar R. Feynman je 29. prosinca 1959. na godišnjem sastanku Američkog fizičkog društva na CALTEH-u u svom govoru: "There's Plenty of room at the Bottom", ("Puno je prostora na dnu"), vizionarski predvidio mogućnost manipuliranja atomima u svrhu pridobivanja spojeva i materijala poželjnih svojstava. Na ovim principima počiva razvoj nanotehnike i nanoznanosti, jednih od najprofulzivnijih područja tehnike i znanosti u ovom trenutku. Danas znanstvena istraživanja moraju odgovoriti na mnogobrojna pitanja vezana uz poboljšanje svojstava materijala, a uvijek se razmatraju i pitanja štetnosti materijala, onečišćenja okoliša, postupaka oporabe(recikliranja), ekonomske opravdanosti proizvodnje itd. Štoviše, čini se da je pojavom nanoznanosti i nanotehnike put u iznalaženju novih materijala predvidljivih svojstava upravo obrnut od dosadašnjeg. Danas se želi upravljati tvarima na molekularnoj razini kako bi se takvim organiziranjem tvari u odgovarajuće strukturne jedinice stvorio materijal s već unaprijed predviđenim svojstvima. No, posebno pitanje koje se nameće su moguće opasnosti za zdravlje čovjeka. Male čestice su u načelu biološki aktivnije (lakše prolaze kroz pore membrana ulazeći u biokemijske cikluse organizma na još nepredvidljiv način), pa su time i toksičnije. Razvojem nanoznanosti i nanotehnologije razvija se i nova znanstvena disciplina, nanoekologija, izučavajući prednosti, ali i ekološka opterećenja nanomaterijala i nanočestica.

Abstract: The Nobel laureate, R. Feynman gave in 1959 the historical speech under the title: "There is plenty of room at the bottom" at the annual meeting of American Physicist's Society at CALTEH anticipating the possibility of the manipulation with atoms in order to obtain compounds and materials of desired properties. On these principles, the nanoscience and nanotechnology has been developed representing one of the most growing areas of science and technology. Today, scientific research can be capable to give answers related to material improvements, material toxicity, environment pollution, recycling procedures, economical validity of production etc. Moreover, the strategy of discovering of new materials established by nanosciences is completely reversed than according to "classical" science. Nanosciences and nanotechnology manipulate by matter at atomic and molecular level by organizing them into bigger structural assemblies with targeted properties. There is a healthy risk for human beings, on the other side. Nanoparticles are in general more biologically active and in that way more toxic (easier transport through membranes and participate in biochemical circles on unpredictable way). By the nanoscience and nanotechnology development, new discipline has been arised, nanoecology. Its main task is to investigated advantages and disadvantages of nanomaterials and nanoparticles.

Ključne riječi: nanočestice, nanomaterijali, ekologija, zagađenje

Keywords: nanoparticles, nanomaterials, ecology, pollution

1. Uvod

Sve ljudske aktivnosti motivirane su opstankom. Zbog toga ljudi proizvode i troše energiju, tvari i proizvode. Tradicijska tehnologija pokazuje niz nedostataka kao što su mala učinkovitost, nepreciznost, cijena i sl. Procesima se prekomjerno gubi materijal i energija, a stvaraju zagađivači i otpad. K tome, razne čovjekove aktivnosti troše veliku količinu energije i materijala i stvaraju veliku količinu zagađivača i otpada. Sve to prijeti održanju našeg okoliša [1]. S druge strane, nove tehnologije, poput nanotehnologije predstavljaju potencijalne mogućnosti stvaranja boljih materijala i proizvoda.

Veza između novih tehnologija (poput nanotehnologije) i okoliša je složena. S jedne strane, svi aspekti primjene nanotehnologije još nisu dovoljno ekološki ispitani, dok s druge strane, nanotehnologija ima potencijal da unaprijedi okoliš kroz direktnu primjenu nanomaterijala da otkrije, spriječi ili ukloni zagađivače (indirektno sa korištenjem nanomaterijala u dizajniranju čistih industrijskih procesa i stvaranju proizvoda koji su ekološki prihvatljivi).

2. Pregled

Nanotehnologija je tehnologija temeljena na manipulaciji molekulama na atomskoj skali, a temelji se na načelu molekularnog prepoznavanja i samoudruživanja istražujući molekularne i supramolekularne agregate dimenzija 1 - 100 nm radi kreiranja funkcionalnih struktura, materijala i uređaja [2,3].

Nanotehnologija je manipulacija materijom za upotrebu tj. specifičnu primjenu u određenim kemijskim i fizikalnim procesima za stvaranje materijala specifičnih svojstava. Nanometar je milijarditi dio metra (10^{-9}) – sto tisuća puta manji od promjera ljudske vlasi, tisuću puta manji od crvene krvne stanice ili polovine promjera molekule DNA. Tradicijske industrijske tehnologije funkcioniraju po načelu „od vrha prema dolje“. Blokovi ili komadi sirovina se izlijevaju, pile ili strojno obrađuju u precizno oblikovane proizvode. Rezultati takvih procesa su prilično mali (integrirani strujni krugovi sa strukturama mjenjenim u mikronima, npr.) ili jako veliki proizvodi (oceanski brodovi ili jumbo jet avioni). Ipak, u svim slučajevima materija se procesira na makroskopskoj skali, a ne u molekularnim mjerilima [3]. Mi smo naviknuti na ovu tehnologiju „od vrha prema dnu“ i ona je sigurno sposobna dati proizvode prilično visoke preciznosti i kompleksnosti. To je osnova naše civilizacije koja nam je donijela mnoge tehnologijske revolucije.

Nanotehnologija organiziranjem pojedinačnih atoma i molekula u određene strukture, stvara molekularne uređaje oponašanjem prirode koja je sposobna kreirati tvorevine začuđujuće kompleksnosti i veličine, poput ljudskog mozga, koraljnog grebena ili sekvoje. Ovaj pristup „od dna prema vrhu“ može dovesti do rezultata koji se čine nemogućim ako se ocjenjuju prema standardima konvencionalne proizvodne tehnologije od vrha prema dolje [4,5]. Primjerice, ljudsko tijelo počinje kao jedna stanica, oplođeno jajašce. Ipak, zrelo ljudsko biće sastoji se od približno 75 trilijuna stanica, kompleksno sređenih i od puno različitih vrsta. Molekularni uređaj odgovoran za ovaj začuđujući, a ipak običan proizvodni podvig, sposoban je za ovakve dramatične rezultate zato jer izvodi radnje paralelno (što znači, mnogo stanica radi istovremeno) i to od dna prema gore. Izraz „molekularna nanotehnologija“ (MNT) se odnosi na sposobnost programiranja tvari molekularnom preciznošću i određivanja mjerila za trodimenzionalne proizvode proizvoljne veličine. Ova tehnologija u razvoju predstavlja novi set tehničkih i ekonomskih mogućnosti. Mogućnosti uključuju: razvoj jeftinog građevinskog materijala s omjerom jačine prema težini 50 puta većoj negoli kod titanija; razvoj revolucionarno novih tehnika u medicini; otvaranje svemirskih granica za razvoj. Zajedno s ovim novim mogućnostima javljaju se i rizici i nove odgovornosti. Prihvatanje tih odgovornosti nije prema slobodnom izboru. Buduće mogućnosti MNT- a također povećavaju vojne, sigurnosne i ekološke probleme. Aktivno rješavanje ovih problema bit će kritično za pozitivan razvoj nanotehnologije.

Nanotehnologija obećava ništa manje negoli kompletnu kontrolu nad strukturom materije. Uporabom nanotehnologije, proizvodnja se može izvesti velikim brojem malih sredstava, radeći paralelno, na način sličan molekularnim uređajima pronađenim u živim organizmima [6]. Ipak, ova nanosredstva neće patiti od ograničenja u odnosu na žive organizme, ona neće morati biti izrađena od proteina, ili drugih tvari iz prirodnog okoliša, niti će trebati biti sposobna da se sama reproduciraju. Umjesto toga mogu biti izrađena od bilo koje materijala i na bilo koji način, a da je najpogodniji za njihov zadatak. Poznati kao „slagači“ ili „asembleri“, ovi mali uređaji bili bi sposobni upravljati pojedinačnim molekulama vrlo brzo i precizno [6].

Jedna od mogućih primjena nanoznanosti u suvremenoj tekstilnoj tehnologiji: zamislimo snagu i složenost današnjeg kompjuterski vođenog uređaja za tkanje stavljenog u strojni red veličine manje od točke na kraju ove rečenice. Umjesto tkanja odjeće, takvi uređaji bi trebali „zgrabiti“ pojedinačne atome koristeći selektivno upravljane ljepljive ručice, a zatim spojiti te atome zajedno (nešto poput slaganja lego kockica), dok se ne ostvari kemijska veza. Ponavljanjem ovih koraka prema programiranim instrukcijama, nanotehnologijski pristup bi bio sposoban brže i jeftinije proizvoditi tvari koje konvencionalna tehnologija ne bi mogla (jer je toksična za žive organizme ili koristi elemente kojima živi organizmi ne mogu upravljati) [7].

Neka molekula ciljanih svojstava bila bi prikazana na monitoru računala, slagači bi bili na raspolaganju s pravim rješenjima i proizvod bi bio gotov za koju minutu. Ova primjena nanotehnologije bila bi relativno jednostavna. Kompleksnije primjene mogle bi koristiti grupe slagača programirane za proizvodnju molekula, a zatim ih zajedno složiti u velike strukture: motore raketa, kompjuterske čipove i sl.

Osim toga, dopuštajući tako efikasne i moćne proizvodne sposobnosti, sofisticiranija primjena nanotehnologije dopustit će daleko suptilnije primjene. Primjerice, specijalno dizajnirani nanouređaji, veličine bakterije, mogli bi se programirati tako da unište arterijski plak, ili stanice raka, ili da poprave stanična oštećenja uslijed starenja. Nakon izvršenja zadatka, uređaji bi se mogli navesti na samouništenje ili biti u stanju nadziranja ili, u nekim slučajevima, moglo bi ih se integrirati u tjelesne stanice. Takvi uređaji bi imali dramatičnu primjenu za medicinsku praksu i za društvo u cjelini.

Postoje, ipak, pravi ekološki rizici za nanotehnologiju, a priroda i veličina tih rizika prisutna je u literaturi od samih početaka. Međutim, u dosadašnjim istraživanjima nadmašuju prednosti u primjeni nanomaterijala.

Pedeset postotno povećanje stanovništva u sljedećih pedeset godina imat će za posljedicu 500 %-tno povećanje ekonomskih aktivnosti i 30 %-tno povećanje iskorištavanja energije i materijala. Neophodne su čiste i efikasne tehnologije proizvodnje kao i stvaranje proizvoda koji ne onečišćuju okoliš, dok je iskorištavanje energije efikasnije. Prednost korištenja nanomaterijala može biti u bržem i efikasnijem

uklanjanju otpada u odnosu na konvencionalne metode. Nanomaterijali mogu smanjiti količinu štetnih plinova nastalih sagorijevanjem u motorima.

Mikro i nano senzori će moći otkriti određene štetne agense u okolišu koji se nalaze u vrlo malim koncentracijama. Uz odgovarajuću informatičku podršku te senzore bi mogli koristiti za promatranje agenasa u realnom vremenu, a rezultatima bi mogli pristupiti na daljinu. Također je moguća primjena nanosredstava za otkrivanje toksičnosti u živim organizmima (*in vivo*). Nanotehnologija mogla bi također poboljšati zaštitu okoliša u dugoročnoj održivosti iskorištavanja resursa. Npr. zelena proizvodnja koja koristi nanotehnologiju može unaprijediti proizvodni proces kroz unapređenje iskorištenja materijala i energije te kroz smanjenje potrebe za otapalima i smanjenje otpadnih proizvoda.

Dugoročno očuvanje kvalitete i dostupnosti vode kroz naprednu filtraciju koja omogućava ponovno iskorištenje voda, recikliranje i desalinizaciju mogu biti zasnovani na nanotehnologiji. Protočni filteri zasnovani na nanotehnologiji su dizajnirani za desalinizaciju morske vode koristeći desetinu energije vrlo napredne obrnute osmoze i stotinu energije koju koriste današnji sistemi desalinizacije.

Nanotehnologija ima potencijal za smanjenje potrošnje energije kroz laganije materijale za vozila, oblikovanje koje doprinosi učinkovitoj kontroli temperature. Tehnologije koje unapređuju proizvodni proces, materijali koji povećavaju efikasnost električnih komponenti, prijenosnih linija te materijali koji bi mogli pridonijeti razvoju nove generacije goriva predstavljaju značajan potencijal.

Temeljna djelovanja nanomaterijala na okoliš nisu posve poznata. Umjetno proizvedeni nanomaterijali se drugačije ponašaju u prirodi od prirodnih nanomaterijala [8]. Otkrivanje nanomaterijala u okolišu ovisi o njihovoj strukturi i fizikalno-kemijskim svojstvima kao što je veličina i oblik te površinska svojstva kao što su naboj, površina i reaktivnost. Kemijska svojstva nanomaterijala istog kemijskog sastava mogu biti različita što ovisi o veličini nanočestica. Različita fizikalno-kemijska svojstva mogu značajno utjecati na ekstrakciju i tehniku analize nekog određenog nanomaterijala. Istraživanja nanočestica u okolišu mogu biti otežana prisutnim sitnim česticama nastalim u atmosferi izgaranjem ugljena, šumskim požarima, česticama nanovelikine u vodenom okolišu i otpadnim vodama –kanalizacijska onečišćenja.

Zbog sve veće proizvodnje nanomaterijala u društvu čovječanstvo je sve više izloženo njihovom djelovanju (proizvodnja, sinteza, obrada, uporaba, recikliranje, odlaganje nanomaterijala) (Tablica 1). Nanomaterijali specifično djeluju na određeni organ te imaju često još nedovoljno istraženu ulogu. Kontaminacija i izloženost radnika negativnim utjecajima nanomaterijala mogla bi se dogoditi za vrijeme rukovanja i prenošenja materijala ili za vrijeme operacija čišćenja, ručne i strojne obrade materijala [9].

Materijali nanovelikine imaju moguću primjenu u mnogim potrošačkim proizvodima: elektronički i medicinski uređaji, kozmetički i kemijski proizvodi te katalizatori. Za očekivati je da će se upravo preko tih proizvoda najviše širiti štetan utjecaj nanomaterijala na ljude [10,11].

Tablica 1: Primjeri potencijalnih izvora opasnosti kod opće populacije i/ili izloženost potrošača pojedinim vrstama produkata nanotehnologije

Proizvodi	Izvor otpuštanja i/ili izloženost	Izložena populacija	Tijek moguće izloženosti
Kolektori koji sadrže materijale nanovelikine	Utjecaj na kožu u primjeni proizvoda	Potrošač	Koža (vanjska upotreba)
	Pranje sapunom i vodom prema zalihama vode	Opća populacija	Probava
	Odlaganje sunscreen sadržaja nakon upotrebe	Opća populacija	Udisanje ili probava
Metalna kataliza benzina	ispust iz ispušne cijevi u zrak (zatim odlaganje u površinske vode)	Opća populacija	Udisanje ili probava
Hlače i kaputi	Nošenje, pranje, ponovna uporaba	Potrošači, opća populacija	kožom, udisanje ili probava
Odjeća	Nošenje, pranje, ponovna uporaba	Potrošači, opća populacija	Kožom, udisanjem, probavljanjem, površinske ili podzemne vode
Elektronika	Otpuštanje nakon primjene i stopa recikliranja	Potrošači, opća populacija	Kožom i probavljanjem, površinske ili podzemne vode
Sportska roba	Otpuštanje nakon primjene i stopa recikliranja	Potrošači, opća populacija	Kožom, udisanjem, probavljanjem, površinske ili podzemne vode

3. Zaključak

Jedinstvena značajka raznih vrsta nanomaterijala je u novim električnim, katalitičkim, magnetskim, mehaničkim, termičkim ili optičkim svojstvima koja su vrlo poželjna u primjeni u području komercijalnih, zdravstvenih ili vojnih područja. Ovi materijali mogli bi naći primjenu u kompleksnijim nanostrukturama i sistemima. S porastom broja i raznovrsnosti novih svojstava ovih materijala raste i broj proizvoda koji sadrže ove materijale. S jedne strane, nanotehnologija se može upotrijebiti kao tehnologija zaštite okoliša. Ekološke prednosti nanotehnologije su dramatične, pa je neki autori nazivaju radikalnom zelenom vizijom ekologije. S druge strane, malo su poznate i istražene ekološke opasnosti nanomaterijala. Ispitivanja toksičnosti nanomaterijala su ekstremno kompleksna i ovise o više čimbenika. Studijska ispitivanja uloge čestica na toksičnosti općenito su ustanovila da su nanočestice promjera manjeg od 100 nm otrovnije u usporedbi s većim česticama identične kemijske građe. Zbog sve veće proizvodnje nanomaterijala u društvu čovječanstvo je sve više izloženo njihovom djelovanju. Nanomaterijali specifično djeluju na određeni organ te imaju određenu ulogu. Otpuštanjem i primanjem kemikalija one se adsorbiraju na vanjskom dijelu tijela te uječu na metabolizam i djeluju na određene organe. Rizik kod proizvodnje nanomaterijala je nizak jer se proces proizvodnje zbiva u zatvorenim sistemima s odgovarajućim filterom. Kontaminacija i izloženost radnika negativnim utjecajima nanomaterijala mogla bi se dogoditi za vrijeme rukovanja i prenošenja materijala ili za vrijeme operacija čišćenja, ručne i strojne obrade materijala. Međutim, u dosadašnjim istraživanjima prednosti u primjeni nanomaterijala nadmašuju potencijalne rizike nanoekologije.

Literatura

- [1] <http://www.epa.gov/osa/nanotech.htm>; *Pristupljeno*: 2012-01-04
- [2] Pavlović, G.; Grancarić, A. M.; & Rybicki, E.: Od kemije materijala do nanomaterijalike, *Tekstil*, 57 (2008) 651 – 661
- [3] Drexler, K. E.: Nanotechnology Summary, *Encyclopedia Britannica, Science and the Future Yearbook* 162 (1990)163 – 67
- [4] <http://www.eli.org>; *Pristupljeno*:2011-12-20
- [5] Drexler, K. E.; Peterson, C. with Pergamit, G.: *Unbounding the Future: The nanotechnology Revolution*, William Morrow and Company, New York,1991; http://www.foresight.org/UTF/Unbound_LBW/; *Pristupljeno*: 2009-05-28
- [6] Drexler, K. E., *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*, Anchor Press, Doubleday New York,1986; <http://www.foresight.org/EOC/section02of05>; *Pristupljeno*:2010-07-08
- [7] Jacobstein, N.: *Nanotechnology and Molecular Manufacturing: Opportunities and Risks*, Presentation at Doug Engelbarts Unfinished Revolution Colloquium at Stanford University (Jan.20, 2000); <http://dougengelbart.org/>
- [8] Filetin, T.: *Primjena nanomaterijala u tehnicima*, Bilten razreda za tehničke znanosti HAZU. VI 1 (2003) 29-52
- [9] <http://www.nano.gov>; *Pristupljeno*: 2011-02-05
- [10] www.nanoscience.com/education; *Pristupljeno*: 2011-10-21
- [11] Milun M.: Nanoznanosti i nanotehnologije, *Kem. Ind.* 53 (2004) 12, 545-547.

POVEZIVANJE I SPAJANJE ELEKTRONIKE U E-TEKSTILU

LINKING AND CONNECTING ELECTRONICS IN E-TEXTILE

Željko PENAVAL; Maja MILENKOVIĆ & Željko KNEZIĆ

Sažetak: U ovom radu prikazani su dosadašnji dosezi u razvoju vodljivih niti, vodljivih površina, način njihovog spajanja u čvorištima kao i povezivanje s elektroničkim modulima. Prikazan je način izolacije električnih vodova i komponenti u e-tekstilu. Iznosena je problematika zbog koje e-tekstil i pametna odjeća još nisu doživjele masovnu proizvodnju upravo zbog nedovoljne usklađenosti mehaničkih karakteristika elektroničkih komponenti s mehaničkim karakteristikama tkanine, odnosno odjeće. Ukazano je na problem električne vodljivosti koja je zbog nužne fleksibilnosti vodljivih niti nejednolika i predstavlja jednu od najvećih zapreka u daljnjem razvoju e-tekstila. U radu je zaključeno kako dosadašnji razvoj ipak značajno napreduje i pretpostavlja budući napredak daljnje integracije elektronike u tekstil što će doprinijeti i njegovoj masovnijoj proizvodnji.

Abstract: This paper presents the current achievements in the development of conductive thread, conductive surface, the method of connecting the electronic yarn nodes and connecting with the electronic modules. A way to isolate electrical circuits and components in e-textiles is presented. The problems that e-textiles and smart clothing have not experienced in mass production because of the lack of compliance of mechanical properties of the electronic components with mechanical characteristics of the fabric or garment are discussed. The problem of electrical conductivity which is due to the necessary flexibility conductive or discontinuous and is one of the biggest obstacles to the further development of e-textiles is presented. The paper concludes that current development is progressing significantly, however, and the expected future progress of further integration of electronics into textiles will contribute to its mass production..

Ključne riječi: e-tekstil, vodljiva pređa, električna vodljivost, pametni tekstil, električno spajanje

Keywords: e-textiles, conductive yarn, electrical conductivity, smart textiles, electrical connection

1. Uvod

Pojam elektro-tekstil, poznat i kao e-tekstil, odnosi se na tkanine koje mogu funkcionirati elektronski kao elektronika i fizički se ponašati kao tekstil. E-tekstil, kao posebna grana tekstila i tekstilne tehnologije, se nalazi na području potencijalnog preklapanja područja tekstila, elektronike i informatike (sl. 1).



Slika 1: Područje e-tekstila

Iako je prije mnogo godina najavljen veliki tržišni uspjeh odjeće s integriranom elektronikom do sada ni jedna ideja nije doživjela masovnu proizvodnju. Većina odjevnih predmeta s integriranom elektronikom i dalje postoji samo u laboratorijima ili je proizvedena izuzetno mala količina (kao npr. MP3 jakne). Razlog ovako sporog početka razvoja od elektronike u odjeći leži u nedostatku jednostavne primjene u svakodnevnici. Od tehnologije se očekuje da elektronika u odjeći ne naruši njen tekstilni karakter, kao i funkcionalnost odjevnog predmeta. To su ključne stvari za široki plasman na tržištu. Najprihvatljiviji do sada istražen način nošenja komplicirane elektronike u sklopu odjeće je da se koriste gotove elektroničke komponente, odnosno da se odjevni predmeti opskrbljuju samo vodičima i konektorima, tako da odjeća može biti fleksibilna i u potpunosti zadržati svoju praktičnu primjenu. Ugradnja tekstilnih vodiča i konektora, te način njihovog povezivanja mora

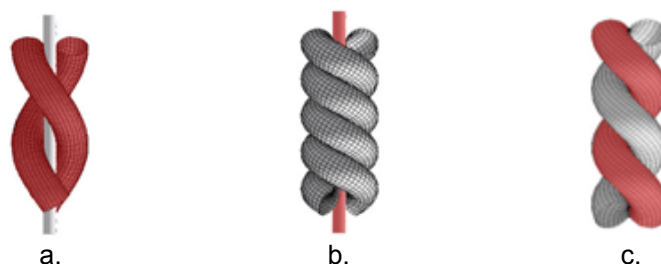
strogo poštivati karakteristike tekstilnih komponenata kao što su savitljivost, istezljivost, prilagođenje obliku, perivost, i sl. Teška prilagodljivost takvim mehaničkim svojstvima tekstila, te ne postojanje standardnih metoda ispitivanja smatraju se najproblematičnijim za održivi razvoj elektronike u tekstilu. S električne točke gledišta vodljivost je najvažniji faktor. Električni otpor mora biti dovoljno nizak kako bi omogućio protok električne energije, odnosno prijenosa podataka. Dakle, nužno je razviti tehnologije potrebne za izradu vodljivih vlakana i prediva koji će tekstilu dati taj nužni element vodljivosti. Preostalo je spomenuti da ovakve tehnologije također mogu biti korisne za integraciju elektronike u ne nosive predmete kao što je dekorativni tekstil, tepisi, tekstil za unutrašnjost automobila, za ambalaže i naposljetku medicinski tekstil. U konačnici ovo mogu biti čak i veća tržišta za e-tekstilne proizvode.

2. Vodiči u e-tekstilu

Električna veza ugrađena na neki od načina u tekstil odnosno u odjevne i ostale tekstilne predmete predstavlja vodljivi trag (stazu) koji doseže do konektora (priključka) ili do drugog vodljivog traga. Takva povezanost u e-tekstilu najčešće se ostvaruje vodljivom pređom integriranom u fleksibilnu bazu tekstilnog materijala. Vodljiva prediva su ili od čiste metalne pređe ili kompozitnih metala i ne-vodljivih tekstilnih materijala koji će poboljšati ukupna mehanička svojstva.

Struktura vodljivih pređa može se kategorizirati u tri skupine:

1. Pređa obavijena metalom kao kompozit metala i pređe. U ovoj vrsti pređe nevodljiva nit obavijena je s jednom ili više metalnih žica (sl. 2a).
2. Pređa ispunjena metalom gdje vrlo fina metalna žica predstavlja jezgru prekrivenu nevodljivim vlaknima (sl. 2b). Ovdje tekstilni element prekriva i štiti metalnu jezgru ujedno preuzimajući fizička naprezanja i dajući metalnom vodiču električnu izolaciju.
3. Metalna pređa u kojoj su vrlo fina metalna vlakna zamijenila jednu komponentu ili sve komponente pređe (sl. 2c). U ovom se slučaju metalna vlakna proizvode u obliku filameta ili kratkih vlakana te prerađuju i obrađuju kao konvencionalna pređa.



Slika 2: Strukture vodljivih pređa

(a – pređa obavijena metalnom niti; b - metalna nit obavijena pređom; c – vodljiva pređa)

Za proizvodnju dobrih vodljivih pređa potrebno je još mnogo eksperimentalnog istraživanja budući da se postignuća u električnom otporu kreću u rasponu od 0,2441 ohm/metar (Ω/m) do 5000 Ω/m (tablica 1) [1].

Tablica 1: Usporedba promjene otpora vodljivih niti kod integracije u tekstilni material

Vrsta vodljive pređe	Pređa sa bakrenim filamenatima	Srebrom naparena poliamidna pređa	Upredena metalna filamentna pređa
Otpor pređe (Ω/m)	0,2441	500	15
Vrsta tekstilne podloge	Poliesterska tkanina u platnenom vezu	Elastično pletivo	Obično pletivo od vodljive pređe
Mjerne točke i mjerna staza			
Napomena mjerenja	niti su spajane na mjestu prepletaja	Našivano u trostrukom cik-cak bodu	Mjereno na ljudskoj koži
Konačni otpor mjerne staze (Ω/m)	0,25 – 0,50	25 - 50	5000

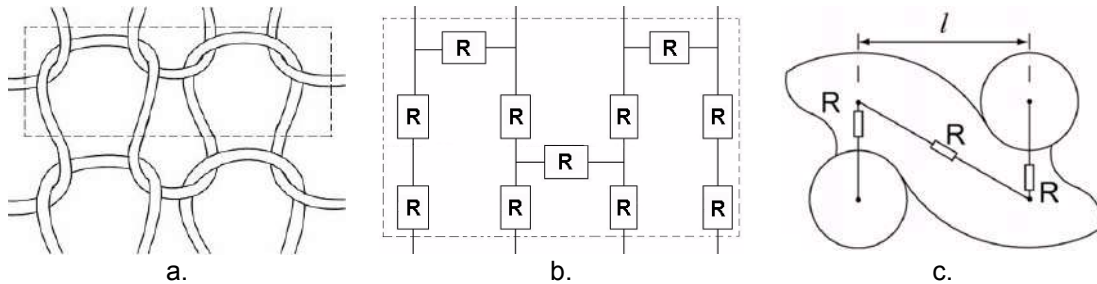
Osim spomenutih vodljivih pređa kao vodiči mogu poslužiti vodljive trake od tekstila ili nekog umjetnog materijala s naparenim metalnim slojevima, standardni električni vodiči (žice), i sl.

2.1 Integracija vodiča u e-tekstil

Uspješna integracija vodiča u e-tekstil mora stvoriti pouzdane vodljive tragove u ili na tekstilu kao i štititi te tragove od stalnih dimenzijskih promjena ili abrazije u cilju održanja dugotrajne vodljivosti. Danas poznate integracijske metode su utkivanje, pletenje, ušivanje, umatanje, vezenjem i tiskanjem.

Najjednostavniji način polaganja vodljive pređe u tkaninu je utkivanje, a najpoželjniji je utkivanje u platno vezu čija konstrukcija predstavlja elementarnu i jednostavnu tekstilnu strukturu u kojoj nema bočnih kretanja niti što osigurava stabilnu strukturu tkanine. Za razliku od tkanja, pletenje zahtjeva vrlo fleksibilnu pređu jer se nit zakrivljuje u obliku petljica. Vodljiva nit može još biti ušivena kao ušivna nit ili samo šivanjem učvršćena na površinu tkanine. Osim toga, vodljiva nit se može prekriti vezenjem drugih niti preko nje ili umatanjem u neki tradicionalni vezni bod.

Da bi se osiguralo što bolju vodljivost primjenjuju se i istražuju razni postupci. Već je poznato da otpor vodljivih pređa varira ovisno o napetosti te pređe, temperaturi i, naravno, duljini pređe. Kako je otpornost vodiča izuzetno važna za sve električne vodiče to je kod ugradnje vodljive pređe nužno prethodno točno proračunati njenu duljinu s obzirom na udaljenost i posebno utrošak duljine na ušivanje, utkivanje ili upletanje. Više ušiveni vodiči rezultiraju poboljšanjem električnih svojstava, a dvije susjedne ušivene vodljive niti postižu mnogo manji električni otpor. Vodljive niti možemo gledati kao mnogo serijski spojenih elektroničkih elemenata – otpornika, a kada su niti priljubljene uslijed nepostojanja površinske izolacije dolazi do paralelnog spajanja tih otpornika čime se automatski smanjuje ukupni otpor takvog vodiča [2].



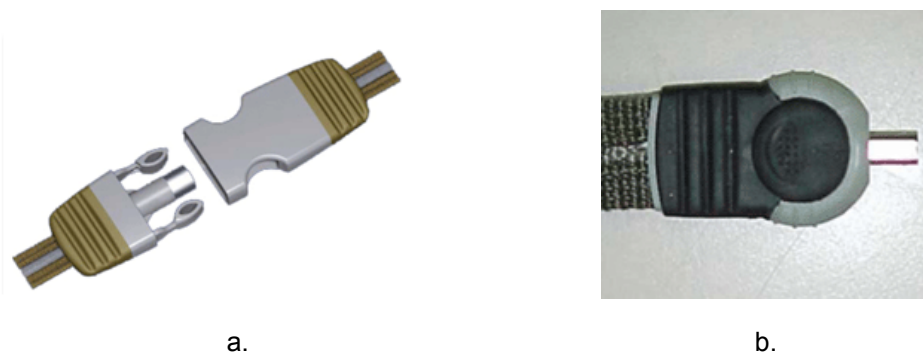
Slika 3: Otpornički ekvivalent pletivu od vodljive pređe

(a – pletivo iz vodljive pređe; b – otpornički ekvivalent označenog dijela pletiva; c – otpori u veznoj točki)

Na slici (sl. 3) prikazan je primjer kako se pletivo sačinjeno od vodljive pređe (sl. 3a) može i mora gledati kao mreža serijski i paralelno spojenih otpornika (sl. 3b), dok slika (sl. 3c) pojašnjava kako nastaje smanjenje vodljivosti na mjestu spajanja dviju vodljivih pređa (vezna točka) povećavanjem otpora spojnog mjesta [3]. Isto vrijedi i za tkanine i vezne točke koje čine spojna mjesta u elektro vodljivim tkaninama.

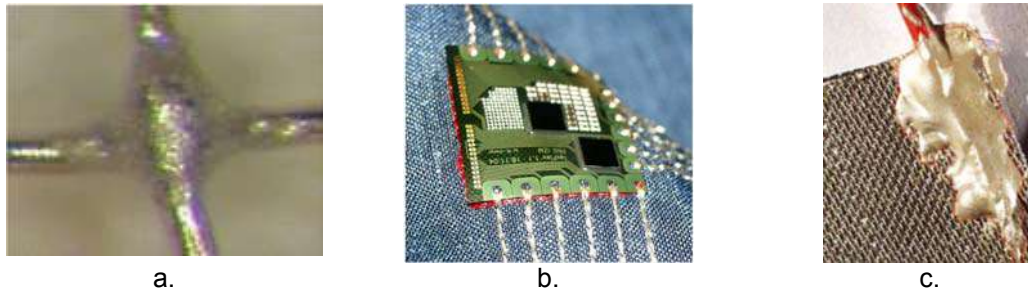
2.2 Tehnike spajanja vodiča u e-tekstilu

U e-tekstilu priključci između elektroničkih modula (MP3, slušalice, mobiteli, itd.) i vodiča moraju biti posebno dizajnirani. Priključci moraju biti dovoljno jaki da drže elektroniku, te istovremeno omogućuju i lako odvajanje. Glavna značajka takvih konektora mora biti jednostavnost prikapčanja i iskapčanja, te osiguranje izdržljivosti čestog povezivanja i odvezivanja. Od poznatijih priključaka razvijen je posebni USB konektor za tekstil (sl. 4a), koji uz kruti prednji konektor ima prikriveno meko kućište za udobnost nošenja [4].



Slika 4: Konektori za e-tekstil (a – sistem brzog spajanja/odvajanja; b – tekstilni USB konektor)

Sustav takvog priključka dobro štiti kontakte i osigurava dugotrajnost i izdržljivost. Jedan od načina priključivanja su također klasični patent zatvarači na odjeći koji omogućuju dobro električno povezivanje. Osim konektora, u e-tekstilu izuzetno važnu ulogu igraju i spojna mjesta vodiča. Kako se najčešće kao vodiči koriste vodljive pređe nužno je ostvariti dobru vezu spajanjem na konektor ili na fiksni elektronički modul. Jednako je važno i međusobno spajanje vodiča na čvorištima u ili na tkanini. Osnovna značajka spojeva mora biti što manji električni otpor i sigurnost spoja. Takvi spojevi (čvorišta), ostvaruju se vezanjem (prošivanjem), lemljenjem, klamanjem ili lijepljenjem. Postupak lemljenja ili zavarivanja primjenjuje se samo kod spajanja dva ili više metala njihovim taljenjem i hlađenjem na spojnem mjestu - čvorištu (sl. 5a).



Slika 5: Načini spajanja vodiča u e-tekstilu (a – lemljenjem; b – vezenjem odnosno šivanjem; c – lijepljenjem)

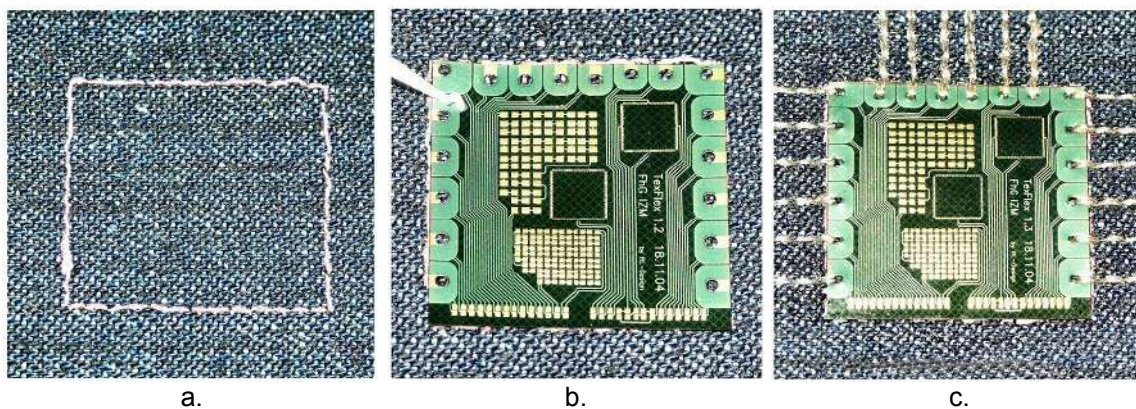
Lemljenjem ili zavarivanjem spojeno čvorište ima odličnu čvrstoću i električnu vodljivost, ali predstavlja krutu točku koja pomicanjem tekstila može na tom mjestu dovesti do loma vodiča uslijed čestih savijanja. Nedostatak fleksibilnosti prethodnog spoja može se prevladati spajanjem za tekstilni materijal, što je postupak koji povećava fleksibilnost na spojnim točkama, ali povećana dimenzijska krutost na tom mjestu može ograničiti slobodu kretanja koja pak ubrzava trošenje tkanine.

Spajanje vodljivih niti vezanjem (prošivanjem), kako na čvorištu, tako i na krajnje priključke, predstavlja najfleksibilniji način spajanja, ali mu je nedostatak dvojbeno spojna čvrstoća i time nejednolik električni otpor na takvim spojnim mjestima.

U cilju poboljšanja spojnih mjesta, koja su izvedena vezanjem ili prošivanjem, uvodi se postupak povezivanja i dodatnog učvršćivanja pomoću vodljivih ljepila (sl. 5c). Vodljiva ljepila moraju biti netoksična, visoko izdržljiva, fleksibilna, te jednostavno primjenjiva. Kao primjer takvog ljepila može se istaknuti ljepilo CW2400 tvrtke ITW Chemotronics [5]. Ljepila pogodna i primjenjiva za spajanje vodiča u e-tekstilu još uvijek su predmet intenzivnog istraživanja i daljnjih poboljšanja karakteristika.

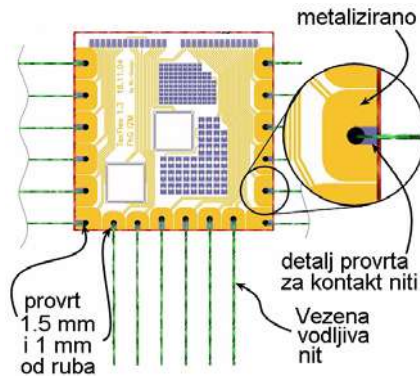
2.3 Spajanje elektroničkih modula u e-tekstilu

Da bi se elektronički moduli uspješno spajali potrebno je da, kao i vodljive niti, budu integrirani u odjevni predmet, odnosno tkaninu. Načini integracije elektroničkih modula su dvojaki. Elektronički moduli koji se vade i stavljaju mogu biti učvršćeni običnim džepićem na odjevnom predmetu ili čičak trakom. Elektronički moduli koji su fiksni, odnosno koji se ne vade iz odjavnog predmeta mogu se učvršćivati ušivanjem na mjesto gdje neće narušavati funkcionalnost odjavnog predmeta niti njegova tekstilna svojstva, mogu se lijepiti na tekstilni materijal, a istražuje se i mogućnost da se elektronički elementi izravno povezuju strojnim vezenjem ili šivanjem na tekstilni materijal [6]. Faze spajanja elektroničkog modula strojnim vezenjem prikazane su na slici (sl. 6).



Slika 6: Faze spajanja elektroničkog modula strojnim vezenjem na e-tekstil (a – prva faza; b – druga faza; c – treća faza)

Kako klasične elektroničke module karakterizira krutost, razvijaju se mogućnosti upotrebe fleksibilnih materijala umjesto krutih ploča. Tako se, na primjer, izrađuju fleksibilne podloge od 50 μ m poliamidne folije presvučene na obje strane sa 17 μ m bakra, 5 μ m nikla, naparenim zlatom, i 15 μ m lemne paste [6]. Takvi moduli se jetkanjem obrađuju na sličan način kao i krute tiskane pločice, a duž rubova se ostavljaju kontaktne zone za tekstilne spojeve kako je vidljivo i na slici (sl. 7).

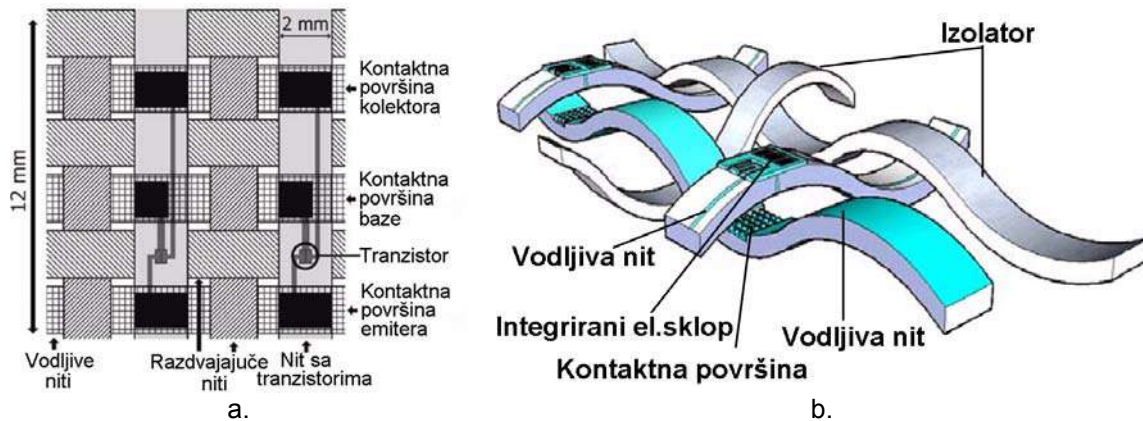


Slika 7: Kontaktne zone elektroničkog modula za spajanje s vodljivim nitima

Predviđeno je više vrsta takvih kontaktnih zona, a razlikuju se po svojoj veličini i veličini provrta u svom centru. Upravo taj provrt služi za prošivanje i ostvarivanje električnog kontakta vodljivom predom, te, po potrebi, lijepljenja ili lemljenja na tom mjestu. Provrta za prošivanje, odnosno centar takvih kontaktnih zona u pravilu se nalazi 1 do 1,5 mm od ruba modula kako bi se osiguralo lako ušivanje i samim tim učvršćivanje za materijal.

2.4 Integracija elektroničkih komponenti u e-tekstil

Najnoviji razvoj nanotehnologije omogućuje direktno utkivanje elektronskih komponenti integriranih kao sastavni dijelovi vlakna u pređi. Moguće je izraditi vodljiva vlakna u kombinaciji s tranzistorskim sklopovima, integrirati u pređu, otkati i spajanjem kreirati elektronski sklop kao sastavni dio tkanine koju karakteriziraju sve značajke klasične tkanine. Primjer takve tkanine prikazan na slici (sl. 8a), gdje vidimo da utkana pređa na sebi nosi integrirane tranzistore čiji izvodi su povezani zlatnim kontaktima na površini te pređe [7].



Slika 8: Integrirani sklopovi i kontakti u nitima tkanine

(a – tkanina sa integriranim tranzistorima; b – kontakti u veznim točkama pod utjecajem sila u nitima)

Za postizanje maksimalne fleksibilnosti i oblikovanja takve tkanine, pređa sa tranzistorskim vlaknima se spaja mehaničkim kontaktom koristeći samo sile između niti, odnosno sile koje vladaju u veznoj točki gdje je smještena kontaktna površina kako je to prikazano na slici (sl. 8b) [8].

Na isti način izvode se izolacijska vlakna, kao i vodljiva vlakna za povezivanje. Ovakvim postupkom, iz vlakana s ugrađenom generičkom elektronskom komponentom može se proizvesti e-tekstil sa specifičnom elektroničkom funkcijom. Naravno, ovaj postupak je tek u razvoju i za sada je primijenjen samo laboratorijski.

3. Električna izolacija u e-tekstilu

Kao i u klasičnim električnim uređajima, električne veze, spojevi i čvorišta moraju biti međusobno i prema okolini izolirani. Takva izolacija u e-tekstilu ponajprije mora zadovoljavati svojstva niskonaponske izolacije (jer se u e-tekstilu uglavnom ne koristi napon iznad 12 volta), i kao najvažnije, ugradnja takve izolacije ne smije narušavati tekstilna svojstva materijala na kojem i u kojem se ugrađuje. Najjednostavniji i najčešće primjenjivani postupak izolacije je našivanje tkanine preko vodljivih niti i elektroničkih modula, gdje tkanina služi kao dovoljno dobar izolator (primjerice, elektronički moduli i vodljive veze nalaze se ispod podstave kaputa ili sako). Drugi način zaštite elektroničkih elemenata i vodiča u e-tekstilu je nanošenje izolacijske mase (ljepila) koja nakon stvrdnjavanja ostaje trajno elastična i ne utječe značajno na temeljne karakteristike tekstilnog materijala, odnosno odjevnog predmeta. Takav izolacijski materijal je primjerice Loctite Hysol GR 9800 s temperaturom stvrdnjavanja od 165°C [6].

4. Zaključak

Tijekom proteklog desetljeća stalno je prisutno smanjenje veličine i povećanje funkcionalnosti elektronike što je potaknulo ideju izrade e-tekstila i pametne odjeće u čemu je krajnji cilj postići izgled, osjećaj i ponašanje poput klasične tkanine uz pružanje pune elektroničke funkcije. Jedna od osnovnih ideja je izrada odjeće s ugrađenim vodljivim sustavima i priključcima za spajanje raznih elektroničkih uređaja koji se jednostavno nose i koriste u sklopu odjeće. Takva elektronika je slobodno pričvršćena i lako se skida čime je funkcija zaštite pri pranju i manipulaciji odjevnog predmeta u potpunost ispunjena. Postojeći napredak novih tehnologija i materijala omogućuje da se baterijske i memorijske komponente mogu ugrađivati direktno u tekstil i odjeću, pa će u budućnosti ljudi moći uživati u slobodnom kretanju ne noseći elektroničke uređaje, nego ih odijevajući. Na taj će način e-tekstil i pametna odjeća inovativno nadograditi kvalitetu života na dnevnoj bazi. Problematika zadržavanja mehaničkih svojstava tekstila, koja su narušena da bi tekstil poprimio električna svojstva, još uvijek je predmet istraživanja i inovacija, te gotovo svakodnevno dolazi do poboljšanja i približavanja e-tekstila karakteristikama klasičnog tekstila. Jedan od većih problema e-tekstila je vodljivost niti koja se mijenja njihovim istezanjem, te abrazijom tijekom nošenja i pranja. Kako je riječ o relativno velikim otporima za vodljivi element jedno od rješenja je utkivanje dvije ili više vodljive niti međusobno priljubljene u cilju smanjenja ukupnog otpora. Upravo je rješenje problema dobre i konstantne vodljivosti najvažniji uvjet kako bi se proizvodnja e-tekstila u potpunosti komercijalizirala za aplikacije pametne odjeće. Daljnja istraživanja e-tekstila i pametne odjeće svakako idu u smjeru nanotehnologije, u smislu ugrađivanja i povezivanja elektroničkih komponenata unutar samih niti kao gradivnih elemenata tkanine. Nesumnjivo je da postoji golemi interes akademske i industrijske zajednice za daljnji razvoj i napredak integracije elektronike u tekstil što će svakako doprinijeti novim inovacijama i masovnijoj proizvodnji e-tekstila.

Literatura

- [1] Suh M.: Textile World - E-Textiles For Wearability: Review Of Integration Technologies, part two http://www.textileworld.com/Articles/2010/June/Web_Issue/E-Textiles.html, *Pristupljeno*: 6. 6. 2011.
- [2] Li, L.; Yang, K.; Song, G.; Zhang, L. & Guo, J.: Research and Application of the Property of Conductive Knitted Fabrics, *Modern Applied Science*, Vol. 3 (2009) 11, 84-88.
- [3] Banaszcyk, J.; Anca, A. & Mey, G. D.: Infrared thermography of electroconductive woven textiles, *Quantitative InfraRed Thermography Journal*, Vol. 6 (2009) 2, 163-173.
- [4] Suh M.: Textile World - E-Textiles For Wearability: Review Of Integration Technologies, part one http://www.textileworld.com/Articles/2010/April/Issue/Etextiles_Feature.html, *Pristupljeno*: 4. 4. 2011.
- [5] Gniotek, K.; Frydrysiak, M.; Zieba, J.; Tokarska, M. & Stempien, Z.: Innovative textile electrodes for muscles electrostimulation, Medical Measurements and Applications Proceedings (MeMeA), 2011 IEEE International Workshop, Bari, Italy, 30-31 May 2011, 305-310, ISBN: 978-1-4244-9336-4
- [6] Linz, T.; Kallmayer, C.; Aschenbrenner, R.; & Reichl, H.: Embroidering Electrical Interconnects with Conductive Yarn for The Integration of Flexible Electronic Modules into Fabric, *Wearable Computers*, 2005. Proceedings. 9th IEEE International Symposium, 18-21 October 2005, 86-89, ISBN: 0-7695-2419-2
- [7] Bonderover, E. & Wagner, S.: A Woven Inverter Circuit for e-Textile Applications, *Electron Device Letters*, IEEE, Vol. 25 (2004) 5, 295-297.
- [8] Khumpuang, S.; Ohtomo, A.; Shibayama, N.; Miyake, K.; & Itoh, T.: Novel conductive polymer micro-spring contact array for large area woven electronic textile, *Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)*, 2011 IEEE 24th International Conference, Cancun, Mexico, 23-27 January 2011, 296-299, ISBN: 978-1-4244-9632-7



ADRESE AUTORA

AUTHORS ADDRESSES

ADRESE AUTORA

AUTHORS ADDRESSES

Jadranka AKALOVIĆ, predavač
 Tekstilno-tehnološki fakultet
 Zavod za dizajn tekstila i odjeće
 Prilaz baruna Filipovića 28a
 10000 Zagreb, Hrvatska
 ☎: +385 1 3712550
 ☎: +385 1 3712533
 ✉: jadranka.akalovic@ttf.hr

dr. sc. Sandra BISCHOF VUKUŠIĆ, red. prof.
 Tekstilno-tehnološki fakultet
 Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
 Savska cesta 16/9
 10000 Zagreb, Hrvatska
 ☎: +385 1 4877357
 ☎: +385 1 4877357
 ✉: sbischof@ttf.hr

dr. sc. Maja ANDRASSY, red. prof.
 Tekstilno-tehnološki fakultet
 Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila
 Prilaz baruna Filipovića 28a
 10000 Zagreb, Hrvatska
 ☎: +385 1 3712566
 ☎: +385 1 3712599
 ✉: maja.andrassy@ttf.hr

dipl. ing. Martina BOBOVČAN,
 Tekstilno-tehnološki fakultet
 Zavod za odjevenu tehnologiju
 Prilaz baruna Filipovića 28a
 10000 Zagreb, Hrvatska
 ☎: +385 1 3712561
 ☎: +385 1 3712599
 ✉: martina.bobovcan@ttf.hr

dipl. ing. Josip ARAČIĆ, voditelj proiz.
 Galeb d.d.
 Punta 6
 21310 Omiš, Hrvatska
 ☎: +385 21 434756
 ☎: +385 21 434710
 ✉: josip.aracic@galeb.hr

dr. sc. Ljerka BOKIĆ, red. prof.
 Tekstilno-tehnološki fakultet
 Zavod za primijenjenu kemiju
 Prilaz baruna Filipovića 28a
 10000 Zagreb, Hrvatska
 ☎: +385 1 3712526
 ☎: +385 1 3712599
 ✉: ljerka.bokic@ttf.hr

Valerija BARTOLIĆ, studentica
 Tekstilno-tehnološki fakultet
 Prilaz baruna Filipovića 28a
 10000 Zagreb, Hrvatska
 ☎: +385 1 3712500
 ☎: +385 1 3712599

mr. sc. Bajro BOLIĆ, viši asistent
 Univerzitet u Bihaću
 Tehnički fakultet Bihać
 Ulica dr. Irfana Ljubijankića bb
 77000 Bihać, Bosna i Hercegovina
 ☎: +387 37 226273
 ☎: +387 37 226273
 ✉: bajro_bolic@yahoo.com

Tatjana BELINIĆ, studentica
 Tekstilno-tehnološki fakultet
 Prilaz baruna Filipovića 28a
 10000 Zagreb, Hrvatska
 ☎: +385 1 3712500
 ☎: +385 1 3712599
 ✉: tbelinic@net.hr

dipl. ing. Lea BOTTERI, znanstveni novak
 Tekstilno-tehnološki fakultet
 Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
 Savska cesta 16/9
 10000 Zagreb, Hrvatska
 ☎: +385 1 4877360
 ☎: +385 1 4877355
 ✉: lea.markovic@ttf.hr

mr. sc. Marija BRDARIĆ,
Dr Ilije Djuričića 2A
21000 Novi Sad, Srbija
☎: +381 63 563253
☎: +381 63 563253
✉: brdaricmarija@gmail.com

dipl. ecc. Vesna CVITANOVIĆ,
Zagrebački velesajam
Sektor za sajmove
Avenija Dubrovnik 15
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 6503237
☎: +385 1 6522906
✉: vcvitanovic@zv.hr

dipl. ing. Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ, asist.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712561
☎: +385 1 3712599
✉: blazenka.brlobasic@ttf.hr

mr. sc. Suzana DJORDJEVIĆ, predavač
Visoka strukovna škola za tekstil
Vilema Pušmana 17
16000 Leskovac, Srbija
☎: +381 16 242569
☎: +381 16 233911
✉: vsst@verat.net

dipl. ing. Snježana BRNADA, znanstveni novak
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712572
☎: +385 1 3712599
✉: snjezana.brnada@ttf.hr

dr. sc. Dragan DJORDJEVIĆ, vanr. prof.
Tehnološki fakultet
Bulevar oslobođenja 124
16000 Leskovac, Srbija
☎: +381 16 247203
☎: +381 16 242859
✉: drdrag64@yahoo.com

dr. sc. Štefica CERJAN-STEFANOVIĆ,
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Marulićev trg 19
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4597210
☎: +385 1 4597210
✉: scerjan@fkit.hr

dipl. ing. Žaklina DOMJANIĆ, asistent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712551
☎: +385 1 3712599
✉: zaklina.domjanic@ttf.hr

Ph. D. Omar CHERKAOUI, Prof.
Higher School of Textile and Clothing Industries
Laboratory REMTEX
Route d'El Jadida
Casablanca, Morocco
☎: +212 52 2234124
☎: +212 52 2234124
✉: Cherkaoui@esith.ac.ma

dr. sc. Zvonko DRAGČEVIĆ, red. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712542
☎: +385 1 3712535
✉: zvonko.dragcevic@ttf.hr

Cédric COCHRANE,
Univ Lille Nord de France
Ecole Nationale Supérieure des Arts et Ind. Textiles
F-59100
59056 Roubaix, France
☎: +33 320 258959
☎: +33 320 248406

dr. sc. Vedran ĐURAŠEVIĆ, znanstveni novak
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Savska cesta 16/9
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4877365
☎: +385 1 4877355
✉: vedran.durasevic@ttf.hr

Ph. D. Mehdi EL BOUCHTI, student
Higher School of Textile and Clothing Industries
Laboratory REMTEX
Route d'El Jadida
Casablanca, Morocco
☎: +212 52 2234124
☎: +212 52 2234124
✉: Elbouchti@esith.ac.ma

dr. sc. Ana Marija GRANCARIĆ, red. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Savska cesta 16/9
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4877360
☎: +385 1 4877355
✉: amgranca@tff.hr

dr. sc. Sabina FIJAN,
Univerza v Mariboru
Fakulteta za zdravstvene vede
Žitna ulica 15
2000 Maribor, Slovenija
☎: +386 2 3004742
☎: +386 2 3004747
✉: sabina.fijan@uni-mb.si

mr. sc. Alica GRILEC KAURIĆ, asistent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za dizajn tekstila i odjeće
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712565
☎: +385 1 3712599
✉: alica.grilec@tff.hr

dr. sc. Snježana FIRŠT ROGALE, docent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712553
☎: +385 1 3712599
✉: sfrogale@tff.hr

dipl. ing. Ivana GUDLIN SCHWARZ, znanst. novak
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712574
☎: +385 1 3712599
✉: ivana.schwarz@tff.hr

dr. sc. Milan GAŠOVIĆ, red. prof.
Univerzitet u Novom Sadu
Ekonomski fakultet Subotica
Segedinski put 9-11
24000 Subotica, Srbija
☎: +381 64 4092366
☎: +381 64 4092366
✉: gasovicm@ef.uns.ac.rs

Jelena HAČKO, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712500
☎: +385 1 3712599
✉: jeelena@gmail.com

Ante GAVRANOVIĆ, novinar
Suvremena.hr
Trg kralja Petra Krešimira IV br. 3
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3499034
☎: +385 1 3499034
✉: ante.gavranovic1@zg.t-com.hr

dipl. ing. Vesna HAJSAN-DOLINAR, doktorandica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za primijenjenu kemiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712590
☎: +385 1 3712599
✉: vesnahd@gmail.com

dr. sc. Vojislav GLIGORIJEVIĆ, red. prof.
Tehnološki fakultet
Trg Oslobođenja 124
16000 Leskovac, Srbija
☎: +381 16 215440
☎: +381 16 215440
✉: vojatriks@yahoo.com

Ph. D. Hassan HANNACHE, Prof.
University Hassan II
Department of Chemistry Materials Thermostructural
Boulevard Cdt Driss Harti
Casablanca, Morocco
☎: +212 52 2704671
☎: +212 52 2234124
✉: Cherkaoui@esith.ac.ma

dr. sc. Zlata HRNJAK-MURGIĆ, prof.
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Marulićev trg 19
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4597120
☎: +385 1 4597142
✉: zhrnjak@fkit.hr

dr. sc. Edina KARABEGOVIĆ,
Univerzitet u Bihaću
Tehnički fakultet Bihać
Ulica dr. Irfana Ljubijankića bb
77000 Bihać, Bosna i Hercegovina
☎: +387 37 226271
☎: +387 37 226270
✉: tfb@bih.net.ba

dr. sc. Anica HURSA ŠAJATOVIĆ, viši asistent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712551
☎: +385 1 3712599
✉: anica.hursa@tff.hr

dr. sc. Isak KARABEGOVIĆ, red. prof.
Univerzitet u Bihaću
Tehnički fakultet Bihać
Ulica dr. Irfana Ljubijankića bb
77000 Bihać, Bosna i Hercegovina
☎: +387 37 226271
☎: +387 37 226270
✉: tfb@bih.net.ba

mr. sc. Ermin HUSAK,
Univerzitet u Bihaću
Tehnički fakultet Bihać
Ulica dr. Irfana Ljubijankića bb
77000 Bihać, Bosna i Hercegovina
☎: +387 37 226271
☎: +387 37 226270
✉: tfb@bih.net.ba

dipl. ing. Marko KAROLY,
Diversey Wagner
Radnička cesta 37b
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 5502540
☎: +385 1 4577652
✉: marko.karoly@diwagner.hr

dipl. ing. Ana JAZVO, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712500
☎: +385 1 3712599
✉: ana-jazvo@hotmail.com

dipl. ing. Zvonimir KATANČIĆ,
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Marulićev trg 19
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4597121
☎: +385 1 4597142
✉: katancic@fkit.hr

dr. sc. Jasenka JELENČIĆ, prof.
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Marulićev trg 19
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4597119
☎: +385 1 4597142
✉: jjelen@fkit.hr

Ines KATIĆ KRIŽMANČIĆ,
KLG grupa više d.o.o.
Radnička 55
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 2014615
☎: +385 1 2014617
✉: ines@klg-grupa.hr

Dragica KANTOČI, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712500
☎: +385 1 3712599

Fern M KELLY,
Univ Lille Nord de France
Ecole Nationale Supérieure des Arts et Ind. Textiles
F-59100
59056 Roubaix, France
☎: +33 320 258959
☎: +33 320 248406

mr. sc. Snježana KIRIN, viši predavač
Veleučilište u Karlovcu
Odjel tekstilstva
Trg J.J.Strossmayera 9
47000 Karlovac, Hrvatska
☎: +385 47 843500
☎: +385 47 843579
✉: snjezana.kirin@vuka.hr

dr. sc. Stana KOVAČEVIĆ, izv. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712575
☎: +385 1 3712599
✉: stana.kovacevic@tff.hr

mr. sc. Željko KNEZIĆ, predavač
Ivana Broza 44/II
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3668165
☎: +385 1 3712533
✉: zeljko.knezic@zg.t-com.hr

dr. sc. Ljerka KRATOFIL KREHULA,
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Marulićev trg 19
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4597121
☎: +385 1 4597142
✉: krehula@fkit.hr

Vladan KONCAR, Professor
Univ Lille Nord de France
Ecole Nationale Supérieure des Arts et Ind. Textiles
F-59100
59056 Roubaix, France
☎: +33 320 258959
☎: +33 320 248406
✉: vladan.koncar@ensait.fr

Katarina KRSTOVIĆ, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712500
☎: +385 1 3712599
✉: katarina0087@gmail.com

dr. sc. Dragana KOPITAR, znanstveni novak
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712574
☎: +385 1 3712599
✉: dragana.kopitar@tff.hr

dr. sc. Tonći LAZIBAT, red. prof.
Ekonomski fakultet
Katedra za trgovinu
Trg J. F. Kennedyja 6
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 2383152
☎: +385 1 2335633
✉: tlazibat@efzg.hr

dipl. ing. Ivana KOS, znanstveni novak
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712574
☎: +385 1 3712599
✉: ivana.kos@tff.hr

dipl. oec. Mario LEŠINA, izvršni direktor
Midal d.o.o.
Kućanska 12
42000 Varaždin, Hrvatska
☎: +385 42 351202
☎: +385 42 351205
✉: mario.lesina@gmail.com

dr. sc. Vasilije KOVAČEV, docent
Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“
Djure Djakovića bb
23000 Zrenjanin, Srbija
☎: +381 23 550515
☎: +381 23 550520
✉: vasilijekovacev@yahoo.rs

dr. sc. Thomas LUXBACHER,
Anton Paar GmbH
Anton Paar Strasse 20
8054 Graz, Austria
☎: +43 31 6257257
☎: +43 31 6257257
✉: thomas.luxbacher@anton-paar.com

dipl. ing. Eva MAGOVAC, stručni suradnik
Hrvatska gospodarska komora
Županijska komora Karlovac
Kralja Tomislava 19b
47000 Karlovac, Hrvatska
☎: +385 47 612111
☎: +385 47 612111
✉: emagovac@hgk.hr

dr. sc. Budimir MIJOVIĆ, red. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za temeljne prirodne i tehničke znanosti
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712557
☎: +385 1 3712599
✉: budimir.mijovic@ttf.hr

dipl. ing. Maja MAHNIĆ,
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712552
☎: +385 1 3712599
✉: maja.mahnic@ttf.hr

Maja MILENKOVIĆ, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712500
☎: +385 1 3712599
✉: maja2804@gmail.com

dipl. ing. Goran MAJSTOROVIĆ,
Nicola`S
Dobračina 39
10000 Beograd, Srbija
☎: +381 11 2580557
☎: +381 11 3282015
✉: goranmajstorovic@nicolas.rs

dr. sc. Gojko NIKOLIĆ, red. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712555
☎: +385 1 3712599
✉: gojko.nikolic@ttf.hr

dr. sc. Karmen MARGETA,
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Marulićev trg 19
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4597260
☎: +385 1 4597217
✉: kmargeta@fkit.hr

dr. sc. Ivan NOVAK, docent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za dizajn tekstila i odjeće
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712550
☎: +385 1 3712599
✉: ivan.novak@ttf.hr

Ludivine MEUNIER,
Univ Lille Nord de France
Ecole Nationale Supérieure des Arts et Ind. Textiles
F-59100
59056 Roubaix, France
☎: +33 320 258959
☎: +33 320 248406
✉:

dr. sc. Zvonko OREHOVEC, prof. više škole
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712500
☎: +385 1 3712599
✉: zvonko.orehovec@zg.t-com.hr

Darko MIHALINA,
Boxmark Leather d.o.o.
Gospodarska 12
42202 Trnovec Bartolovečki, Hrvatska
☎: +385 42 404631
☎: +385 42 404641
✉: darko.mihalina@boxmark.com

Daniel PANTALER,
Boxmark Leather d.o.o.
Gospodarska 12
42202 Trnovec Bartolovečki, Hrvatska
☎: +385 42 404637
☎: +385 42 404641
✉: daniel.pantaler@boxmark.com

dr. sc. Đurđica PARAC-OSTERMAN, red. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Savska cesta 16/9
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4877359
☎: +385 1 4877355
✉: djparac@ttf.hr

dr. sc. Vasilije PETROVIĆ, izv. prof.
Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“
Djуре Djakovića bb
23000 Zrenjanin, Srbija
☎: +381 23 550515
☎: +381 23 550520
✉: vlp@eunet.rs

dr. sc. Gordana PAVLOVIĆ, izv. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za primijenjenu kemiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712590
☎: +385 1 3712599
✉: gpavlov@ttf.hr

dr. sc. Vesna Marija POTOČIĆ MATKOVIĆ, docent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712573
☎: +385 1 3712599
✉: marija.potocic@ttf.hr

dipl. ing. Natalija PEJNOVIĆ,
Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu
Radoslava Cimermana 64a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 6558703
☎: +385 1 6558704
✉: npejnovic@hzzzs.hr

dr. sc. Anita PTIČEK SIROČIĆ,
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Marulićev trg 19
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4597121
☎: +385 1 4597142
✉: apticek@fkit.hr

dr. sc. Željko PENAVALA, izv. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712576
☎: +385 1 3712533
✉: zeljko.penava@ttf.hr

dr. sc. Tanja PUŠIĆ, red. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Savska cesta 16/9
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4877354
☎: +385 1 4877355
✉: tanja.pusic@ttf.hr

dr. sc. Slavenka PETRAK, docent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712552
☎: +385 1 3712599
✉: slavenka.petrak@ttf.hr

mr. sc. Mirjana RELJIĆ,
CIS Institut
Vojislava Ilića 88
11000 Beograd, Srbija
☎: +381 11 2833686
☎: +381 11 2833686
✉: mira.reljic@cisinstitut.rs

dr. sc. Irena PETRINIĆ,
Univerza v Mariboru
Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
Smetanova 17
2000 Maribor, Slovenija
☎: +386 2 2294474
☎: +386 2 2527774
✉: irena.petrinic@uni-mb.si

Ivanka RISTIĆ, spec.
Visoka strukovna škola za tekstil
Bulevar oslobođenja 124
16000 Leskovac, Srbija
☎: +381 16 242569
☎: +381 16 233911
✉: bojana1998@ptt.rs

dr. sc. Nebojša RISTIĆ,
Visoka strukovna škola za tekstil
Bulevar oslobođenja 124
16000 Leskovac, Srbija
☎: +381 16 242569
☎: +381 16 233911
✉: bojana1998@ptt.rs

dipl. ing. Miodrag SMELCEROVIĆ,
Tehnološki fakultet
Bulevar oslobođenja 124
16000 Leskovac, Srbija
☎: +381 16 247203
☎: +381 16 242859
✉: msmelcerovic@yahoo.com

dr. sc. Dubravko ROGALE, red. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712540
☎: +385 1 3712599
✉: dubravko.rogale@ttf.hr

dr. sc. Ivo SOLJAČIĆ, prof. emeritus
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Savska cesta 16/9
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4877351
☎: +385 1 4877357
✉: ivo.soljagic@ttf.hr

dr. sc. Ivana SALOPEK ČUBRIĆ, asistent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712573
☎: +385 1 3712599
✉: ivana.salopek@ttf.hr

Biljana STAKOVIĆ,
Tehnološki fakultet
Bulevar oslobođenja 124
16000 Leskovac, Srbija
☎: +381 16 247203
☎: +381 16 242859
✉: drdrag64@yahoo.com

Ana SARAF, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712500
☎: +385 1 3712599

dr. sc. Jovan STEPANOVIĆ, red. prof.
Tehnološki fakultet
Trg Oslobođenja 124
16000 Leskovac, Srbija
☎: +381 16 246717
☎: +381 16 242859
✉: jovan64@yahoo.com

Marija SAVIĆ, asistent
Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“
Djure Djakovića bb
23000 Zrenjanin, Srbija
☎: +381 23 550515
☎: +381 23 550520
✉: marisavi@sezampro.rs

dipl. ing. Petar STOJANOVIĆ,
Dunav a.d.
Bulevar Revolucije 15
11306 Grocka, Srbija
☎: +381 11 8501052
☎: +381 11 8501050
✉: p.stojanovic@dunavgrocka.rs

dr. sc. Zenun SKENDERI, red. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712577
☎: +385 1 3757119
✉: zenun.skenderi@ttf.hr

dr. sc. Ana SUTLOVIĆ, docent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Savska cesta 16/9
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4877365
☎: +385 1 4877355
✉: ana.sutlovic@ttf.hr

dr. sc. Tatjana ŠARAC,
Tehnološki fakultet
Bulevar oslobođenja 124
16000 Leskovac, Srbija
☎: +381 16 247203
☎: +381 16 242859

dr. sc. Ružica ŠURINA, viši asistent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712562
☎: +385 1 3712599
✉: ruza.surina@tff.hr

dipl. ing. Bosiljka ŠARAVANJA,
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712544
☎: +385 1 3712599
✉: bosiljka.saravanja@tff.hr

dipl. ing. Anđelko ŠVALJEK, direktor
Regeneracija d.d.
Prilaz dr. Franje Tuđmana 15
49210 Zabok, Hrvatska
☎: +385 49 225900
☎: +385 49 225906
✉: info@regeneracija.hr

dr. sc. Mario ŠILJEG,
Agencija za zaštitu okoliša
Trg maršala Tita 8
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4886840
☎: +385 1 4886850
✉: mario.siljeg@azo.hr

Ana TOMAŠEVIĆ, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712522
☎: +385 1 3712599

dr. sc. Sonja ŠOSTAR-TURK, prof.
Diversey Wagner
Žitna ulica 15
2000 Maribor, Slovenija
☎: +386 2 3004742
☎: +386 2 3004747
✉: sonja.sostar@uni-mb.si

dr. sc. Antoneta TOMLJENOVIC, docent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712522
☎: +385 1 3712599
✉: antoneta.tomljenovic@tff.hr

dipl. ing. Ivana ŠPELIĆ,
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712551
☎: +385 1 3712599
✉: ivana.spelic@tff.hr

dipl. ing. Irena TOPIĆ,
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712561
☎: +385 1 3712599
✉: irena.topic@tff.hr

Adriana ŠTIMAC, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712500
☎: +385 1 3712599
✉: adriana.stimac@gmail.com

Aleksandar TRAJKOVIĆ,
Tehnološki fakultet
Bulevar oslobođenja 124
16000 Leskovac, Srbija
☎: +381 16 247203
☎: +381 16 242859
✉: aleksandartrajkovic@gmail.com

dr. sc. Dušan TRAJKOVIĆ,
Tehnološki fakultet
Bulevar oslobođenja 124
16000 Leskovac, Srbija
☎: +381 16 247203
☎: +381 16 242859

dr. sc. Edita VUJASINOVIĆ, izv. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712567
☎: +385 1 3712535
✉: edita.vujasinovic@tff.hr

dr. sc. Miroslav TRATNIK, izv. prof.
Agronomski fakultet
Zavod za ekonomiku poljopri. i agrarnu sociologiju
Svetošimunska 25/V
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 2393735
☎: +385 1 2393745
✉: mtratnik@agr.hr

dr. sc. Daniela ZAVEC PAVLINIĆ, docent
Biomed d.o.o.
Tugomerjeva 2
1000 Ljubljana, Slovenia
☎: +386 31 307728
☎: +386 31
✉: dzpavlinic@gmail.com

dr. sc. Darko UJEVIĆ, red. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712561
☎: +385 1 3712599
✉: darko.ujevic@tff.hr

dipl. ing. Emilija ZDRAVEVA, znanstveni novak
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za temeljne prirodne i tehničke znanosti
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712580
☎: +385 1 3712599
✉: emilija.zdraveva@tff.hr

Ivan VINCELJ,
Boxmark Leather d.o.o.
Gospodarska 12
42202 Trnovec Bartolovečki, Hrvatska
☎: +385 42 404631
☎: +385 42 404641
✉: ivan.vincelj@boxmark.com

dr. sc. Ratko ZELENKA, red. prof.
Sveučilište u Rijeci
Ekonomski fakultet
Ivana Filipovića 4
51000 Rijeka, Hrvatska
☎: +385 51 355137
☎: +385 51 355137
✉: zelenika@efri.hr

dr. sc. Branka VOJNOVIĆ, docent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za primijenjenu kemiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712546
☎: +385 1 3712599
✉: branka.vojnovic@tff.hr

dr. sc. Zlatko VRLJIČAK, red. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712578
☎: +385 1 3712599
✉: zlatko.vrljicak@tff.hr



INDEKS AUTORA

INDEX OF AUTHORS

INDEKS AUTORA

INDEX OF AUTHORS

- Jadranka AKALOVIĆ, 251
 Maja ANDRASSY, 79, 83
 Josip ARAČIĆ, 119
 Valerija BARTOLIĆ, 99
 Tatjana BELINIĆ, 165
 Sandra BISCHOF VUKUŠIĆ, 119, 207
 Martina BOBOVČAN, 181, 269
 Ljerka BOKIĆ, 153
 Bajro BOLIĆ, 159
 Lea BOTTERI, 131
 Marija BRDARIĆ, 231
 Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ, 159, 189
 Snježana BRNADA, 185
 Štefica CERJAN-STEFANOVIĆ, 153
 Omar CHERKAoui, 131
 Cédric COCHRANE, 17
 Vesna CVITANOVIĆ, 141, 275
 Dragan DJORDJEVIĆ, 123, 127
 Suzana DJORDJEVIĆ, 149
 Žaklina DOMJANIĆ, 193
 Zvonko DRAGČEVIĆ, 165, 171
 Vedran ĐURAŠEVIĆ, 139
 Mehdi EL BOUCHTI, 131
 Sabina FIJAN, 143
 Snježana FIRŠT ROGALE, 181, 215
 Milan GAŠOVIĆ, 231
 Ante GAVRANOVIĆ, 235
 Vojislav GLIGORIJEVIĆ, 89
 Ana Marija GRANCARIĆ, 131, 281
 Alica GRILEC KAURIĆ, 241, 251
 Ivana GUDLIN SCHWARZ, 83
 Jelena HAČKO, 207
 Vesna HAJSAN-DOLINAR, 297
 Hassan HANNACHE, 131
 Zlata HRNJAK-MURGIĆ, 135
 Anica HURSA ŠAJATOVIĆ, 165
 Ermin HUSAK, 285
 Ana JAZVO, 107
 Jasenka JELEŃIĆ, 135
 Dragica KANTOCI, 201
 Edina KARABEGOVIĆ, 285
 Isak KARABEGOVIĆ, 285
 Marko KAROLY, 143
 Zvonimir KATANČIĆ, 135
 Ines KATIĆ KRIŽMANČIĆ, 63
 Snježana KIRIN, 171
 Željko KNEZIĆ, 95, 245
 Vladan KONCAR, 17
 Dragana KOPITAR, 99
 Ivana KOS, 83
 Vasilije KOVAČEV, 261
 Stana KOVAČEVIĆ, 47, 83, 107, 185
 Ljerka KRATOFIL KREHULA, 135
 Katarina KRSTOVIĆ, 103
 Tonći LAZIBAT, 265, 269
 Mario LEŠINA, 251
 Thomas LUXBACHER, 119
 Fern M KELLY, 17
 Eva MAGOVAC, 119
 Maja MAHNIĆ, 25
 Goran MAJSTOROVIĆ, 175, 215
 Karmen MARGETA, 153
 Ludivine MEUNIER, 17
 Darko MIHALINA, 59
 Budimir MIJOVIĆ, 69, 113, 211, 221, 281
 Maja MILENKOVIĆ, 103, 301
 Gojko NIKOLIĆ, 291
 Ivan NOVAK, 257
 Zvonko OREHOVEC, 165
 Daniel PANTALER, 59
 Đurđica PARAC-OSTERMAN, 139
 Gordana PAVLOVIĆ, 297
 Natalija PEJNOVIĆ, 207, 211
 Željko PENAVALA, 47, 107, 257, 301
 Slavenka PETRAK, 25
 Irena PETRINIĆ, 119
 Vasilije PETROVIĆ, 89, 225
 Vesna Marija POTOČIĆ MATKOVIĆ, 113
 Anita PTIČEK SIROČIĆ, 135
 Tanja PUŠIĆ, 119, 143
 Mirjana RELJIĆ, 261
 Ivanka RISTIĆ, 123, 149
 Nebojša RISTIĆ, 123, 149
 Dubravko ROGALE, 3, 181
 Ivana SALOPEK ČUBRIĆ, 113, 221
 Ana SARAF, 95
 Marija SAVIĆ, 261
 Zenun SKENDERI, 37, 69, 113, 221
 Miodrag SMELCEROVIĆ, 123, 127
 Ivo SOLJAČIĆ, 143
 Biljana STAKOVIĆ, 127
 Jovan STEPANOVIĆ, 89, 225
 Petar STOJANOVIĆ, 89
 Ana SUTLOVIĆ, 139
 Tatjana ŠARAC, 225
 Bosiljka ŠARAVANJA, 185, 257
 Mario ŠILJEG, 153
 Sonja ŠOSTAR-TURK, 143
 Ivana ŠPELIĆ, 215, 269
 Adriana ŠTIMAC, 211
 Ružica ŠURINA, 79
 Anđelko ŠVALJEK, 99
 Ana TOMAŠEVIĆ, 79
 Antoneta TOMLJENOVIĆ, 201, 207
 Irena TOPIĆ, 189
 Aleksandar TRAJKOVIĆ, 127
 Dušan TRAJKOVIĆ, 225
 Miroslav TRATNIK, 241, 245
 Darko UJEVIĆ, 69, 159, 189, 193, 241, 251, 265, 269, 275, 281, 291
 Ivan VINCELJ, 59
 Branka VOJNOVIĆ, 153
 Zlatko VRLJIČAK, 37, 103
 Edita VUJASINOVIĆ, 69
 Daniela ZAVEC PAVLINIĆ, 165
 Emilija ZDRAVEVA, 207, 211
 Ratko ZELENKA, 241



POPIS SPONZORA

LIST OF SPONZORS

POPIS SPONZORA

LIST OF SPONZORS

AGROKOR D.D.
Trg Dražena Petrovića 3
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4894111
☎: +385 1 4894080
✉: agrokor@agrokor.hr
<http://www.agrokor.hr>

AMADEUS MAJ D.O.O.
Kamenarka 11
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 6651748
☎: +385 1 6651737
✉: info@amds.hr
<http://www.amadeusjeans.hr>

BIOVEGA
Ilica 72
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 2498630
☎: +385 1 2371614
✉: info@biovega.hr
<http://www.biobio.com.hr>

BOROVO D.D.
Dr. Ante Starčevića 2
32010 Vukovar, Hrvatska
☎: +385 1 422600
☎: +385 1 422604
✉: info@borovo.hr
<http://www.borovo.hr>

ČATEKS D.D.
Zrinsko-Frankopanska 25
40000 Čakovec, Hrvatska
☎: +385 40 379444
☎: +385 40 328445
✉: info@cateks.hr
<http://www.cateks.hr>

GALKO D.O.O.
Braće Radića 43
42231 Mali Bukovec, Hrvatska
☎: +385 42 379440
☎: +385 42 843600
✉: galko@galko.com
<http://www.galko.com>

GS1
Tuškanac 14
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4895000
☎: +385 1 4895001

HEMCO D.O.O.
Ante Starčevića 196 A
31400 Đakovo, Hrvatska
☎: +385 31 817350
☎: +385 31 817402
✉: info@hemco.hr
<http://www.hemco.hr>

IVANČICA D.D.
Petra Preradovića 12
42240 Ivanec, Hrvatska
☎: +385 42 402222
☎: +385 42 402206
✉: marketing@ivancica.hr
<http://www.ivancica.hr>

JACQUARD D.O.O.
Samoborska 256
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3498513
☎: +385 1 3498647
✉: jacquard@jacquard.hr
<http://www.jacquard.hr>

JADRAN TVORNICA ČARAPA D.D.
Vinka Žganeca 2
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 2961400
☎: +385 1 2961401
✉: info@jadran-carapa.hr
<http://www.jadran-carapa.hr>

KONFEKS D.O.O.
Vlaška 40
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4814360
☎: +385 1 4819989
✉: konfeks@zg.t-com.hr

KONRAD
Frane Petrića 7
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4882650
☎: +385 1 4882656
✉: info.zagreb@kas.de
<http://www.kas.de>

KONZUM D.D.
M. Čavića 1a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 2482400
☎: +385 1 2482402
✉: konzum@konzum.hr
<http://www.konzum.hr>

KOTKA D.D.
Krambergerova 1
49000 Krapina, Hrvatska
☎: +385 49 370500
☎: +385 49 371410
✉: kotka@kotka.hr
<http://www.kotka.hr>

MANATEKS D.O.O.
Otokara Keršovanija 12
42000 Varaždin, Hrvatska
☎: +385 42 312222
☎: +385 42 312220
✉: info@manateks.hr
<http://www.manateks.hr>

MURA
Zagrebačka 205
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3867000
☎: +385 1 3861373
✉: info@mura.hr
<http://www.mura.hr>

NEORES
Tekstilna 1
40315 Mursko Središće, Hrvatska
☎: +385 40 543492
☎: +385 40 543490
✉: neores@neores.nnpro.net
<http://www.neores.hr>

REGENERACIJA D.D.
Prilaz dr. Franje Tuđmana 15
49210 Zabok Zabok, Hrvatska
☎: +385 49 225900
☎: +385 49 225906
✉: info@regeneracija.hr
<http://www.regeneracija.hr>

TEKSTIL LIO D.O.O.
Kralja Petra Svačića bb
31000 Osijek, Hrvatska
☎: +385 31 582200
☎: +385 31 582222
✉: lio@os.t-com.hr
<http://www.lio.hr>

TEKSTILPROMET D.D.
Ulica grada Gospića 1A
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 2700333
☎: +385 1 2700337
✉: info@tekstilpromet.hr
<http://www.tekstilpromet.hr>