

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

TEKSTILNA ZNANOST I GOSPODARSTVO



TEXTILE SCIENCE & ECONOMY

ZBORNİK RADOVA

3. međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje
Tekstilna znanost i gospodarstvo

BOOK OF PROCEEDINGS

3rd International Scientific-Professional Symposium
Textile Science and Economy

22. siječnja 2010, Zagreb, Hrvatska

22nd January 2010, Zagreb, Croatia

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Nacionalne i
sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem
726275

ISBN 978-953-7105-35-8

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

Pokrovitelji/Patrons:

MINISTARSTVO ZNANOSTI, OBRAZOVANJA I ŠPORTA



MINISTRY OF SCIENCE, EDUCATION AND SPORTS

MINISTARSTVO GOSPODARSTVA, RADA I PODUZETNIŠTVA



MINISTRY OF ECONOMY, LABOUR AND ENTREPRENEURSHIP

HRVATSKA GOSPODARSKA KOMORA



CROATIAN CHAMBER OF ECONOMY

Izdavač/Publisher:

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, Hrvatska

Urednici/Editors:

Prof. dr. sc. Darko Ujević
Dr. sc. Željko Penava, doc.

Tehnička urednica/Technical Editor:

Prof. dr. sc. Vesna Tralić-Kulenović

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:

Dr. sc. Željko Penava, doc.

Tisak/Printed by:

Dugaprint, Zagreb

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.hr>

University of Zagreb
Faculty of Textile Technology
Prilaz baruna Filipovića 28a
HR-10000 Zagreb
☎: + (385) (1) 3712500
✉: tzm@ttf.hr
<http://tzm.ttf.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 2010, 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 2010.

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 2010.

Organizacijski odbor/Organizing Committee:

Predsjednik/President: Prof. dr. sc. **Sandra Bischof-Vukušić**
Prof. dr. sc. **Drago Katović**
Dr. sc. **Željko Penava**, docent
Prof. dr. sc. **Zenun Skenderi**
Prof. dr. sc. **Vesna Tralić Kulenović**
Prof. dr. sc. **Tanja Pušić**
Nina Režek, prof.
Dr.sc. **Ivan Novak**, doc.
Bosiljka Šaravanja, dipl. ing.
Ivana Špelić, dipl.ing.

Znanstveni odbor/Scientific Programme Committee:

Predsjednik/President: Prof. dr. sc. **Drago Katović**
Prof. emeritus **Ivo Soljačić**
Prof. dr. sc. **Darko Ujević**
Prof. dr. sc. **Sandra Bischof Vukušić**
Prof. dr.sc. **Đurđica Parac Osterman**
Prof. dr. sc. **Stana Kovačević**
Prof. dr. sc. **Budimir Mijović**
Dr. sc. **Slavenka Petrak**, docent

Recenzenti/Reviewers:

Prof. dr. sc. **Maja Andrassy**; Prof. dr. sc. **Sandra Bischof Vukušić**; Prof. dr. sc. **Ljerka Bokić**; Prof. dr. sc. **Jasenka Butorac**; Prof. dr. sc. **Zvonko Dragčević**; Dr. sc. **Snježana Firšt Rogale** doc.; Dr. sc. **Petra Franitza**; Dr. sc. **Martinia Ira Glogar** doc.; Prof. dr. sc. **Andrea Katović**; Prof. dr. sc. **Drago Katović**; Prof. dr. sc. **Nikola Knego**; Prof. dr. sc. **Stana Kovačević**; Prof. dr. sc. **Tonći Lazibat**; Prof. dr. sc. **Budimir Mijović**; Prof. dr. sc. **Gojko Nikolić**; Dr. sc. **Ivan Novak** doc.; Mr. sc. **Mila Nuber**; Prof. dr. sc. **Đurđica Parac-Osterman**; Prof. dr. sc. **Gordana Pavlović**; Dr. sc. **Željko Penava** doc.; Dr. sc. **Slavenka Petrak**, doc.; Prof. dr. sc. **Emira Pezelj**; Dr. sc. **Vesna Marija Potočić Matković**; Prof. dr. sc. **Tanja Pušić**; Prof. dr. sc. **Dubravko Rogale**; Dr. sc. **Ivana Salopek Čubrić**; Prof. dr. sc. **Zenun Skenderi**; Prof. emeritus **Ivo Soljačić**; Prof. dr. sc. **Željko Šomođi**; Dr. sc. **Antoneta Tomljenović** doc.; Prof. dr. sc. **Vesna Tralić-Kulenović**; Prof. dr. sc. **Darko Ujević**; **Maja Vinković**, prof; Dr. sc. **Branka Vojnović**, doc.; Prof. dr. sc. **Bojana Vončina**; Prof. dr. sc. **Zlatko Vrljičak**; Prof. dr. sc. **Edita Vujasinović**; Dr. sc. **Malgorzata Zimniewska**

Predgovor

Ovogodišnje, 3. po redu znanstveno-stručno savjetovanje TEKSTILNA ZNANOST I GOSPODARSTVO (TZG) nastavlja se na veoma pozitivna iskustava stečena na prošlogodišnjim savjetovanjima i potvrđuje nastojanja Tekstilno-tehnološkog fakulteta da produbljuje i proširuje povezivanje i okupljanje znanstvenika i gospodarstvenika iz područja tekstila, odjeće i obuće. Pokazalo se da je upravo povezivanje i zajedništvo na temeljima znanja i iskustva najbolji mogući put održivog razvoja tekstilnog gospodarstva.

Nažalost, ovo savjetovanje održava se u razdoblju teške gospodarske situacije, recesije koja je zahvatila cijeli svijet, pa tako i Hrvatsku i sve zemlje regije. Takvo stanje posebno negativno utječe i na tekstilno gospodarstvo koje je i inače oslabljeno globalnim ekonomskim turbulencijama.

U takvim kriznim uvjetima savjetovanje TZG 2010 je sufinancirano sredstvima EU projekta FP7-REGPOT-2008-1: T-Pot, čiji je nosilac upravo Tekstilno-tehnološki fakultet (TTF). Jedan od ciljeva ovog projekta, a ujedno i jedan od ciljeva TTF-a je sinergija gospodarstva i znanosti. U tom nastojanju, na Savjetovanju se naglašava značaj korištenja znanstveno-istraživačkih resursa (R&D) u funkciji unapređenja i razvoja proizvodnje. Uz navedeno, kao novost se organizira i Okrugli stol na kojem će gospodarstvenici, te ostali sudionici, imati mogućnosti direktnog učestvovanja u raspravi na temu pozicije EU i HR tekstilne industrije u globalnom okruženju. Također će gospodarstvenici imati mogućnost razgovora o projektnim mogućnostima s potencijalnim partnerima iz: Italije, Njemačke, Španjolske, Poljske, Mađarske i Slovenije koji će im prezentirati svoja iskustva i probleme. Iznimno nam je zadovoljstvo primijetiti da Savjetovanje već širi svoje domete i regionalno u obliku suradnje sa znanstvenicima, stručnjacima i gospodarstvenicima iz susjednih država čime se potvrđuje njegov međunarodni značaj te, što je jako važno, da dobiva na svojoj znanstveno-stručnoj težini.

Od tema ovog Savjetovanja treba istaknuti plenarno predavanje koje prikazuje primjer uspješnog malog i srednjeg poduzeća iz Europske unije, zatim slijede pozvana predavanja s tematikom Transfera tehnologije u industriju i statusa Strategije tekstilne i odjevne industrije.

Sukladno redoslijedu izlaganja organiziran je i Zbornik gdje su u prvom dijelu u pisanoj formi objavljena usmena izlaganja. U nastavku Zbornika slijede radovi s tematikom projekata financiranih od EU. Na početku ove sekcije dat je pregled različitih projektnih mogućnosti financiranih od EU, a nakon toga slijede prikazi suradnje s gospodarstvom putem pojedinih projekata ili projektnih aktivnosti. U posljednjem dijelu, svrstani prema područjima i granama tekstilne tehnologije, slijede radovi koji su na Savjetovanju prikazani u obliku postera. Poštujući gospodarsko usmjerenje Savjetovanja, u Zborniku su predstavljene i male i srednje tvrtke s vlastitim rezultatima, proizvodima, brendovima i novim inicijativama.

Na kraju ovog obraćanja urednika pozivamo sve gospodarstvenike da se unatoč teškoćama, odnosno upravo zbog njih, još intenzivnije uključe u razvojne projekte u suradnji sa Tekstilno-tehnološkim fakultetom jer samo zajedničkim radom i zajedničkim projektima možemo doprinijeti održanju i razvoju tekstilnog gospodarstva Hrvatske i šire regije.

Predsjednik organizacijskog odbora



Prof. dr. sc. Sandra Bischof-Vukušić

Predsjednik znanstvenog odbora



Prof. dr. sc. Drago Katović

Urednik



Dr. sc. Željko Penava, doc.

Editors' word

The 3rd Scientific and Professional Conference TEXTILE SCIENCE AND ECONOMY is continuing positive echoes of the last year's conference. It confirms the efforts of the Faculty of Textile Technology to deepen and to expand connections and gatherings of scientists and entrepreneurs from the fields of textiles, clothing and footwear. It has been shown that simply connections and collectiveness on the basis of knowledge and experience are the best way of the sustainable development of textile economy.

Unfortunately, this conference is taking place in the period of hard economic times and recession all over the world as well as in Croatia and all the countries of the region. This situation especially negatively affects the textile economy which has been also weakened by global economic turbulences.

In these times of crisis the conference known as TZG 2010 is co-financed with the funds of the EU project FP7-REGPOT-2008-1: T-Pot, whose holder is the Faculty of Textile Technology. One of the goals of this project as well as one of the goals of the Faculty is synergy between economy and science. In this attempt the Conference will emphasize the significance of using scientific and research resources (R&D) in the function of improving and developing the production. In addition, a new feature is the roundtable for entrepreneurs and other participants who will be able to take a direct part in a discussion on the position of the EU and Croatian textile industry in the global environment. Furthermore, entrepreneurs will have a possibility to talk about project possibilities with potential partners coming from Italy, Germany, Spain, Poland, Hungary and Slovenia who will bring forward their experiences and problems. It is our exceptional satisfaction to note that the Conference expands its range regionally in the form of collaboration with scientists, experts and entrepreneurs from the neighboring countries, confirming its international importance; this is very important because its scientific weight is emphasized in this manner.

The conference plenary presentation is the example of a successful small and medium-sized enterprise from the European Union; invited lectures deal with technology transfer into the industry and strategy of the textile and clothing industry.

In line with the sequence of presentations, the Book of Proceedings is organized in such a way that the first part contains the oral presentations in written form. Next Conference papers deal with topics related to EU-funded projects. At the beginning of this section an overview of various EU-funded projects is given, followed by presentations of the collaboration with economy in the form of projects or project activities. The last part contains papers categorized according to fields and branches of the textile technology as well as the papers presented in the form of posters. Bearing in mind the economic orientation of the Conference, the Book of Proceedings also contains presentations of small and medium-sized enterprises with their own results, products, brands and new initiatives.

At the end of the editor's address, all the entrepreneurs are invited to include more intensely into development projects in collaboration with the Faculty of Textile Technology in spite of all difficulties. Only through joint work and joint project we can significantly contribute to the development of the textile economy of Croatia and the wider region.

President of Organizing Committee



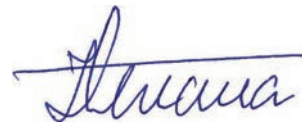
Prof. Sandra Bischof-Vukušić, PhD

President of Scientific Committee



Prof. Drago Katović, PhD

Editor



Assist. Prof. Željko Penava, PhD

Uvodna riječ dekana

Znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo (TZG) u svom punom sjaju i značaju održava se u kontinuitetu po treći put u organizaciji i provedbi Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Ovogodišnje savjetovanje TZG 2010 ima za cilj predstaviti znanstveno-istraživačke potencijale u sprezi s gospodarstvom te u okviru okruglog stola, uz sudjelovanje i istaknutih kolega iz inozemstva, zacrtati putove i precizirati zaključke koji će doprinijeti obnovi mnogih gospodarstvenih subjekata u Hrvatskoj. U to nema sumnje jer je već sada TZG polučio odlične rezultate, a direktno ili indirektno doprinio je nizu novih projekata, prepoznavanju patenata, novim spoznajama i kadrovskim poboljšanjima. TZG će i ubuduće poslužiti prepoznavanju znanstveno-istraživačkih vrijednosti u svom opsegu jer, kao što često znam kazati i tvrditi, treba „znati“ vidjeti da je nemoguće moguće, da znanstveno promišljanje ima svoje ostvarivo uporište. Stoga TZG treba njegovati i stalno razvijati.

Fakultetska znanstveno-istraživačka oprema smještena je u desetak vrlo lijepih i modernih klimatiziranih laboratorija. U ovoj, 2010. godini, bit će izgrađena tri nova višenamjenska laboratorija, od toga dva u potpuno novo izgrađenom objektu, a jedan laboratorij biti će uređen i prilagođen najnovijim svjetskim tehnologijama. Cjelokupna investicija pokrivena je vlastitim sredstvima Fakulteta te potpomognuta gospodarstvom, uz podršku našeg Sveučilišta i Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH. Fakultet ostvaruje prekrasnu suradnju s većim brojem domaćih, europskih i svjetskih Sveučilišta i tekstilnih instituta kroz zajedničke znanstvene bilateralne i tehnologijske projekte te projekte iz europskih fondova.

Fakultet se tijekom svoje dugogodišnje bogate povijesti uvijek spremno nosio s izazovima uvjetovanim sve bržim tehnološkim napretkom u području tekstila, odjeće, dizajna i obuće, te istraživanjem širio i na više razina prenosio i primjenjivao stečena znanja. Prateći zbivanja, znamo da je za napredak suvremenih društava važno postizanje gospodarskog razvoja zasnovanog na znanju i inovacijama, što je proces u kojem istraživačke institucije i institucije u visokom obrazovanju moraju biti vrlo aktivni sudionici. Europska zajednica ušla je u novo tisućljeće postavljanjem strateškog cilja postizanja izrazito konkurentnog i dinamičnog gospodarstva zasnovanog na inovacijama i tehnološkom razvoju. Izgradnja gospodarstva zasnovanog na znanju, a to je temeljni i strateški cilj TZG-a, izazov je koji mora usmjeravati hrvatsku tekstilnu strategiju razvoja. TZG mora, kao i dosad, pripomoći pritižecanju inovacija i patenata u gospodarstvo te povećanju konkurentnosti kroz neposrednu i dinamičnu suradnju znanosti i gospodarstva kao povijesnog cilja.

Organizacijski, znanstveno i stručno izuzetno snažan Fakultet – to je naš osnovni cilj usmjeren prema jedinstvenom i zajedničkom prostoru EU, posebno u domeni visokog obrazovanja i istraživačkog rada. U svom cjelokupnom dosadašnjem radu maksimalno se zalažem na primjeni brojnih projekata, povezujući tako znanost i gospodarstvo. Pritom se tradicionalno oslanjam na timove suradnika, a prepoznavajući njihove želje i osobne potencijale, nastojim im omogućiti što interdisciplinarnije uključivanje u razne projekte.

Želim istaknuti na ovom mjestu ono što će obilježiti ovogodišnji TZG i što će u budućnosti postati tradicija i izazov. To je ponajprije FP7 projekt, voditeljice prof. dr. sc. Sandre Bischof Vukušić, u okviru kojeg je na Fakultet stigla i već je instalirana visoko sofisticirana oprema. Otvorenje tih jedinstvenih novih laboratorija planirano je za siječanj 2010. godine. Mogućnosti interdisciplinarnog rada na novim uređajima i opremi je izuzetno velika. Projekt FP7 Smiles, čija je voditeljica prof. dr. sc. Tanja Pušić, također je znanstveno-istraživački putokaz visoke vrijednosti. Dvojica naših kolega - prof. dr. sc. Dubravko Rogale i prof. dr. sc. Gojko Nikolić - u okviru Hrvatskog instituta za tehnologije HIT voditelji su dva velika projekta. Očekivanost od rezultata ovog projekta je kapitalna, a uključivanje gospodarskih potencijala prioritet. Međunarodna patentiranost doprinosi i svjetskoj prepoznatljivosti našeg Fakulteta. U okviru projekta s Ministarstvom obrane Republike Hrvatske, čiji je voditelj prof. dr. sc. Zvonko Dragčević, želim spomenuti specijalnu obuću, izrađenu kod domaćih proizvođača, koja je sastavni dio danas moderne odore hrvatskih vojnika i prepoznatljiva u međunarodnim vojnim misijama.

Vrijedni projekti, zapravo kapitalni projekti našeg Fakulteta, naše akademske zajednice i TZG, su Modni ormar i AMCA. Modni ormar jedno je od najvećih modno-scenskih događanja u RH, prepoznatljiv u Europi i

svijetu, koji s timom svojih suradnika organizira i vodi akademska slikarica Nina Režek Wilson, red. prof. Projekt AMCA na visokoj kulturnoj i akademskoj razini organizacije vodi red. prof. dr. sc. Ana Marija Grancarić, s timom svojih suradnika.

Također bih još želio istaknuti međunarodno priznanje dr. sc. Drage Katovića, red. prof., za prezentaciju Fakulteta i inovaciju koja je osvojila 3. mjesto na natjecanju IMB Innovation Award 2009 u kategoriji Istraživanje & Razvoj u Kölnu (Njemačka).

Novi Interdisciplinarni program studija osigurava svim našim dragim studenticama i studentima široku izobrazbu i intelektualni razvoj, a dvije studentske udruge potiču razvoj, natjecateljski duh, kreativnost, organizaciju, promišljanje i plasman ideja kroz već legendarni studentski časopis T“n“T koji samostalno pišu i uređuju već, brojne studentske generacije na visokoj profesionalnoj razini. Već sljedećeg mjeseca izlazi prvo internacionalno izdanje T“n“T, djelo naših studenata u suradnji s kolegama studentima iz Republike Slovenije.

Nastojim sa svojim suradnicima što više raditi na razvoju potencijala naših studenata na svim područjima kako bi što prije stasali u poduzetne mlade ljude na ponos sebi, roditeljima, nastavnicima i domovini. Za ovaj TZG želim istaknuti posebno studentske kolekcije koje su naši kreatori i dizajneri u suradnji s gospodarstvom ostvarili u sljedećim gospodarskim subjektima: Tvornica čarapa Jadran d.d. Zagreb, Amadeus Jeans, d.o.o. Zagreb, Galeb d.d., Dalmatinka trikotaža Omiš, Sotamec Fashion & TTF iz Tangera, Maroko.

Što je rezultat takvog uključivanja u gospodarstvo? Prepoznatljivost naših studenata i njihovo uključenje u proizvodne tokove gospodarstva. Temeljni model poslovanja tekstilne, odjevne i obučarske industrije transformira se u Europi i u svijetu. Fakultet mora biti spreman na brze odgovore na sve izazove i ponuditi nova i ostvariva rješenja.

Fakultet trenutno završava s certificiranjem i uređenjem normnog niza ISO 9001:2008. kao temeljnog oblika svog djelovanja, a u ovoj godini završit će se i akreditacija većeg broja laboratorija na Fakultetu prema EN/ISO 17025.

Na kraju želim zahvaliti na podršci i prepoznavanju ideje Znanstvenom vijeću za tehnološki razvoj, Hrvatskoj akademiji znanosti i umjetnosti (HAZU), Ministarstvu znanosti, obrazovanja i športa, Sveučilištu u Zagrebu, zatim privrednim subjektima u području tekstila, odjeće i obuće na bezrezervnoj velikoj podršci, te Hrvatskom inženjerskom savezu tekstilaca.

Želim zahvaliti voditeljima i članovima organizacijskog i znanstvenog odbora, tehničkoj urednici, recenzentima, lektorima, inozemnim partnerima na projektima, studentskim udrugama te brojnim donatorima i sponzorima.

Na samom kraju, veseli me što je moja ideja pokretanja TZG-a, prepoznata trudom i radom brojnih kolegica i kolega, postala bitan znanstveno-gospodarstveni čimbenik, što je i bila misao vodilja, pa stoga zajedno uživajmo u stvaranju nečega što je već danas tradicija, ali i zalog budućnosti.

S veseljem i radošću,

Zagreb, 22. siječnja 2010.

Dekan:



Prof. dr. sc. Darko Ujević

Dean's introductory word

The 3rd Scientific and Professional Conference TEXTILE SCIENCE & ECONOMY organized and carried out by the Faculty of Textile Technology of the University of Zagreb is continuing positive echoes of the last year's conference. This 2010 conference has the aim to present scientific research potential in synergy with the economy. Within the Roundtable, together with the eminent foreign colleagues, the new paths will be set and hopefully some contribution to the revitalization of economic subjects will be done. There is no doubt that the Conference has already produced excellent results and directly or indirectly it has made its contribution to series of new projects, patents, staff improvement etc. The Conference has emphasized scientific research values and will extend its limits in the future. It is important to know and see beyond the present limitations - that is one of my favourite expressions. It is possible that scientific considerations establish their real point of reference. This is the reason why the Conference should be kept up and continuously developed.

The scientific research equipment of TTF has been installed in more than 10 well-equipped and air-conditioned laboratories. In 2010, three new polyvalent laboratories will be built. Two laboratories will be located in a new building, and one laboratory will be adapted and adjusted according to the demand of the new technologies. The whole investment consists of our own funds supported by the industry, University and Ministry of Science, Education and Sports. The Faculty maintains excellent cooperation with a large number of domestic, European and international universities and textile institutes performed primarily through the joint projects. For years the Faculty has always met the challenges caused by a rapid technological progress in the field of textiles, clothing, design and footwear. Through the applied research it has expanded, transferred and applied knowledge at several levels.

We know that the progress of modern societies is important. It is based on economic development through knowledge and innovations, meaning that research and higher education institutions should be very active participants. The European Union entered the new millennium with a strategic goal of acquiring the most competitive and dynamic economy based on knowledge, whereby all documents emphasize innovations and technological development as a key element for achieving this goal. Economy based on knowledge is the basic and strategic goal of the Conference, and this is a challenge which has to direct the Croatian textile development strategy. The Conference should help to find innovations and patents for economy and increase competitiveness through a direct and dynamic cooperation between science and economy.

Our basic goal is that the Faculty is highly organized in scientific and professional terms and directed towards the unique and integrated European Union, especially in the field of high education, science and projects. In my entire previous work I was engaged in the implementation of numerous projects connecting science and economy. I traditionally rely on teams of associates and knowing their desires and personal potentials I try to include them into different projects in an interdisciplinary sense.

I would like to stress the importance of the EU funded FP7 project, coordinated by Prof. Sandra Bischof Vukušić, Ph.D. Within this project the highly sophisticated equipment was purchased and installed at the Faculty. In January 2010 this new and unique laboratories will be officially opened. Another FP7 project of high importance for TTF and Croatian laundry sector is FP7 project Smiles. On this project, coordinated by Prof. Tanja Pušić, Ph.D., TTF is one of the partners. Our colleagues, Prof. Dubravko Rogale, Ph.D. and Prof. Gojko Nikolić, Ph.D. are managers of two important projects funded by the Croatian Institute of Technology. It is expected that the results of these projects will be significant and the economic benefit will be their priority. International patents make a contribution to worldwide recognition of our Faculty. Furthermore, Prof. Zvonko Dragčević, Ph.D. is the project manager of the project funded by the Ministry of Defence of the Republic of Croatia. The special footwear constructed within this extraordinary project is an integral component of today's modern military uniforms of Croatian soldiers. Valuable projects of our Faculty and University community are the Fashion Wardrobe and AMCA. Fashion Wardrobe is one of the greatest stage events in Croatia and is recognized in Europe and worldwide. Academic painter Nina Režek Wilson, full professor, is the manager of this project and her team of associates. The AMCA project is organized and managed by Ana Marija Grancarić, Ph.D., Full Prof. with a team of associates. Furthermore, I would like to

emphasize the international acknowledgement of Prof. Drago Katović, Ph.D., Full Prof. for the presentation of the Faculty and the third place at the IMB Innovation Award 2009 in the category Research & Development.

The interdisciplinary study program provides wide education and intellectual development for all our students. Two student associations promote development, competitive spirit, creativity, organization, considerations and ideas through the legendary student magazine T“n“T. Students write and edit the magazine at a high professional level. Next month the first international issue of T“n“T will be published in the collaboration with their colleagues from Slovenia. I always try to work with my associates on the development of potentials of our students in all fields so that they become young entrepreneurs to be proud of themselves, their parents, teachers and homeland.

For this year's Conference I want to emphasize student collections made by our designers in cooperation with economy. These are the collections done for: Jadran d.d. Zagreb, Amadeus Jeans, d.o.o. Zagreb, Galeb d.d., Dalmatinka trikotaža Omiš, Sotamec Fashion & TTF from Tangere Morocco. What is the result of this involvement? Recognition of our students and future employment, and this is the primary goal of these unique projects which the Faculty will take care of in the future too. Basic business models of the textile, clothing and footwear industry are transformed both in Europe and in the world. The Faculty should always be ready to address all the challenges and offer concrete solutions.

The Faculty finishes the certification under ISO 9001:2008 and in this year the accreditation of a number of laboratories at the Faculty according to EN/ISO 17025 will be finished.

Finally, I would like to express my gratitude for the support to the following institutions: Scientific Council for Technological Development, Croatian Academy of Sciences and Arts, Ministry of Science, Education and Sports, University of Zagreb, Croatian Association of Textile Engineers, so as to the SMEs in the field of textiles, clothing, footwear and leather.

Furthermore, I would like to thank the members of the organization and scientific board, technical editor, reviewers, language editors, international project partners, student associations and numerous donators and sponsors.

At the very end I would like to say that I am very glad that my idea of initiating this Conference is recognized and followed by my colleagues. During these three years our Conference has gained the importance and become the tradition and future pledge.

Zagreb, January 22, 2010

Dean:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Darko Ujević', is written over a diagonal line that extends from the bottom left towards the top right.

Prof. Darko Ujević, PhD



SADRŽAJ

CONTENTS

PLENARNO PREDAVANJE / PLENARY LECTURE

Elena TURCO & Pamela FEDERIGHI Postupak dizajna Grado Zero Espace primijenjen za razvoj novih proizvoda i konzalting Grado Zero Espace's Design Method Applied on New Product Development and Consulting	3
--	---

POZVANA PREDAVANJA / INVITED LECTURES

Milan LUŠIĆ Strategija tekstilne i odjevne industrije – status i perspektive Strategy of the Textile and Clothing Industry - Status and Prospects	15
Neda MATIJEVIĆ Vrste i načini transfera tehnologije Types and Ways of Technology Transfer	25

POZVANI RADOVI / INVITED PAPERS

Sandra BISCHOF VUKUŠIĆ & Drago KATOVIĆ Suradnja s gospodarstvom u okviru projekta FP7-REGPOT-2008-1: T-pot Cooperation with Small and Medium Enterprises in the Framework of FP7-REGPOT-2008-1: T-Pot Project	37
Petra FRANITZA & Romy NAUMANN Inovacije na području tehničkog tekstila - eksploatacija i transfer tehnologije i rezultata istraživanja Innovation in Technical Textiles – Exploitation and Transfer of RTD Results.....	47
Miquel Angel PEREZ Strateška reorijentacija tekstilnih tvrtki uzrokovana tehnološkim inovacijama Technology Innovation Based on Strategic Reorientation in Textile Companies.....	57
Gordana PRUTKI-PEČNIK Mogućnosti sufinanciranja projekata hrvatskog tekstilnog sektora Co-Financing Possibilities for Croatian Textile Sector through EU Funds and Community Programmes	65
Darko UJEVIĆ; Marianna HALÁSZ; Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ; Ksenija DOLEŽAL & Renata HRŽENJAK Antropometrija i standardizacija veličina Anthropometry and Size Standardization	75
Darko UJEVIĆ; Slavenka PETRAK; Dubravko ROGALE; Marianna HALÁSZ; Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ & Ksenija DOLEŽAL Uloga znanosti u razvoju intimne odjeće Role of Science in the Development of Intimate Clothing	81
Malgorzata ZIMNIEWSKA; Julius HUBER; Teresa TORLINSKA & Edita BOGACZ Odjeća izrađena od celuloznih kemijskih vlakana i njezin utjecaj na mikroklimu odjeće na koži i aktivnost mišića Garment Made of Cellulosic Man-Made Fibers and its Influence on Skin-Clothing Microclimate and Muscles Activity	89

SEKCIJE / SECTIONS

A: VLAKNA I MATERIJALI / FIBERS & MATERIALS

Maja ANDRASSY; Edita VUJASINOVIĆ; Ružica ŠURINA & Marina MARTEK Visokoučinkoviti tekstilni materijali i vlakna unaprijeđene vrijednosti High Performance Textile Materials and Added-Value Fibres	99
Tatjana RIJAVEC & Darja KOCJAN AČKO Kvaliteta autohtonih slovenskih lanenih vlakana Quality of Autochthonous Slovenian Flax Fibres.....	103

B: MEHANIČKE TEHNOLOGIJE / MECHANICAL TECHNOLOGIES

Stana KOVAČEVIĆ; Anita MAGLIČIĆ; Jovan VUČINIĆ & Snježana KIRIN Ispitivanje mehaničkih promjena pređe kod tkanja vatrogasnih cijevi Investigation of Mechanical Changes of The Yarn Used for Weaving Fire Hoses	109
Željko PENAVALA & Danijela JEMO Tehnološka analiza žakardske tkanine u svrhu konzerviranja i restauriranja Technological Analysis of Jacquard Woven Fabric to Conservation and Restoration.....	115
Zenun SKENDERI; Vesna Marija POTOČIĆ MATKOVIĆ; Jasminka JAKLIN & Damir VITEZ Kompoziti od pletiva i poliuretana Composites Made of Knitted Fabric and Polyurethane	121
Zenun SKENDERI; Ivana SALOPEK ČUBRIĆ & Dijana PETANOVIĆ Promjena duljine pamučnih pređa zbog končanja Changes of Cotton Yarn Length Due To Plying	125

C: OPLEMENJIVANJE / FINISHING

Zvonko DRAGČEVIĆ; Tanja PUŠIĆ & Ivo SOLJAČIĆ Formulacija tekućeg deterdženta za pranje kože Formulation of a Liquid Detergent for Washing Leather.....	131
Sandra FLINČEC GRGAC; Drago KATOVIĆ & Sandra BISCHOF VUKUŠIĆ Utjecaj pH vrijednosti kupelji na vezivanje bezhalogenidnog hidroksifunkcionalnog organofosfornog spoja na celulozni materijal Influence of the pH Value on the Crosslinking of Non-Halogenated Hydroxy-Functional Organophosphorus Agent with Cellulose Materials	135
Ana Marija GRANCARIĆ; Anita TARBUK & Alenka MAJCEN LE MARECHAL Ugradnja nanočestica aktiviranog prirodnog zeolita u poliestersku tkaninu ultrazvukom Activated Natural Zeolite Nanoparticles Implementation to Polyester Fabric by Ultrasound.....	139
Andrea KATOVIĆ; Drago KATOVIĆ & Sandra BISCHOF VUKUŠIĆ Termalna degradacija pamučnog materijala obrađenog protiv gorenja određena TGA-DSC metodama A Thermal Degradation Study of Organophosphorus Flame Retardant Treated Cotton Fabrics Using TGA-DSC	143
Dragica KISILAK; Darko GOLOB & Bojana VONČINA Kozmetički tekstil Cosmetotextile	147

Đurđica PARAC-OSTERMAN; Ana SUTLOVIĆ & Vedran ĐURAŠEVIĆ Konstrukcija wetland sustava - doprinos rješavanju problema otpadnih voda malih industrijskih pogona Constructed Wetland Systems – Contribution To Solving The Issues of Smes' Wastewater Management..	151
Roshan PAUL; Jose Maria BOTET; Daniel PALET; Eudald CASALS; Lorena GARCIA-FERNANDEZ; Lorenzo BAUTISTA; Meritxell DELAVARG; Feliu MARSAL & Victor PUNTES UV zaštita primjenom nanotehnologije Nanotechnology for UV Protection	155
Irena PETRINIĆ; Romana PETROVIĆ; Tanja PUŠIĆ & Thomas LUXBACHER Karakterizacija pamučnog pletiva pomoću zeta potencijala Characterization of Cotton Knitted Fabric Using Zeta Potential	159
Tanja PUŠIĆ; Vinko BARIŠIĆ; Irena PETRINIĆ & Thomas LUXBACHER Zeta potencijal mikrokapsuliranih tekstilnih materijala Zeta Potential of Microencapsulated Textile Materials	163
Tanja PUŠIĆ; Katia GRGIĆ; Tihana DEKANIĆ & Ivo SOLJAČIĆ Indijski oraščići - alternativno sredstvo za pranje Soap Nut Shell – Alternative Washing Agents	167
Ivo SOLJAČIĆ; Tihana DEKANIĆ; Marina PUČIĆ; Marija LALJEK; Štefica JOVIĆ; Svjetlana LELJAK-JURINOVIĆ & Tanja PUŠIĆ Funkcionalizacija tekstilija tijekom kemijskog čišćenja Functionalization of Textiles during Drycleaning	171
Olivera ŠAUPERL & Lidija FRAS-ZEMLJIČ Viskozna vlakna funkcionalizirana hitozanom za potencijalnu medicinsku upotrebu Viscose Fibres Functionalised Using Chitosan for Potential Medical Use	175
Anita TARBUK; Ana Marija GRANCARIĆ; Dragan ĐORĐEVIĆ & Suzana ĐORĐEVIĆ Elektrokinetička svojstva poliesterske tkanine predobrađene lipazom Electrokinetic Properties of Polyester Fabric Pretreated with Lipase.....	179

D: ODJEVNA I OBUČARSKA TEHNOLOGIJA / CLOTHING AND FOOTWEAR TECHNOLOGY

Žaklina DOMJANIĆ; Beti ROGINA-CAR & Darko UJEVIĆ Povijest i primjena konca History and Use of Sewing Thread.....	185
Tomislav KOREN & Ksenija DOLEŽAL Utvrdjivanje utroška konca za konkretni šav u procesu šivanja odjeće Estimating Thread Consumption for a Particular Seam in the Garment Sewing Process	189
Romy NAUMANN & Petra FRANITZA Highstick® - tehnologija vezenja za inovativne tehničke primjene Highstick® - Embroidery Technology for Innovative Technical Applications	193

E: ISPITIVANJE TEKSTILIJA / TEXTILE TESTING

Sandra KONSTANTINOVIĆ; Dragan ĐORĐEVIĆ; Slavica ILIĆ & Miodrag ŠMELCEROVIĆ Svojstva obojenja poliesterske tkanine obojene kompleksima salicilidin-3-hidrazono-2-indolinona Coloring Properties of Polyester Fabric Dyed by Salicylidine-3-hydrazono-2-indolinone Complexes	199
Tanja PUŠIĆ; Antoneta TOMLJENOVIĆ; Ksenija VIŠIĆ & Tatjana RIJAVEC Svojstva funkcionalnih tekstilija nakon profesionalne njege The Properties of Functional Textiles after Professional Textile Care	203

Budimir MIJOVIĆ; Uwe REISCHL & Ivana ŠPELIĆ Termalni maneken za testiranje termičkih svojstava odjeće Thermo-Mannequin for Measuring Thermal Properties of Clothing	207
Iva REZIĆ; Branka VOJNOVIĆ; Ljerka BOKIĆ & Bojana BREKO Određivanje metalnih iona na povijesnom tekstilu Determination of Metal Ions on Historical Textiles	211
Tatjana RIJAVEC; Antoneta TOMLJENOVIĆ & Karin MENNINGER Određivanje otpornosti tkanine za košulje Determination of Shirting Fabrics Resistance	215

F: DIZAJN / DESIGN

Zorana KOVAČEVIĆ; Edita VUJASINOVIĆ; Maja ANDRASSY & Emira PEZELJ Dizajn i projektiranje tekstilnih proizvoda iz funkcionaliziranog pamučnog pletiva Design and Engineering of Textile Products from Functionalized Cotton Knitted Fabrics	223
Vesna Marija POTOČIĆ MATKOVIĆ; Zenun SKENDERI & Gordana PAVKOVIĆ Dizajn i povijesni pregled proizvodnje finih ženskih čarapa Design and Historical Review of the Production of Fine Women's Stockings	227
Antoneta TOMLJENOVIĆ; Maja MAHNIĆ; Vlasta PAVLOVIĆ; Marija SINEL & Adriana ŠTIMAC Višenamjenski ženski šeširi - od ideje do gotovog proizvoda Multipurpose Female Hats - From Idea to Finished Product	231

G: OSTALE TEME / OTHER TOPICS

Anica HUNJET; Đurđica PARAC-OSTERMAN & Vesna TRALIĆ-KULENOVIĆ Boja u radnom okruženju Colour in Work Ambient	239
Marija JURČEVIĆ; Ines SUTIĆ; Tonči LAZIBAT & Darko UJEVIĆ Tekstilna industrija i sustavi upravljanja kvalitetom Textile Industry and Quality Management Systems	243
Đurđica PARAC-OSTERMAN & Martinia Ira GLOGAR Kada "ISO" standard za kontrolu tamnih obojenja postaje nepouzdan? When Does the "ISO" Standard for Deeper Color Controls Become Unreliable?	247
Željko PENAVAL & Ivan NOVAK Internet marketing – potreba tekstilnog gospodarstva Internet Marketing – Necessity of Textile Economy	251
ADRESE AUTORA / AUTHORS ADDRESSES	259
INDEKS AUTORA / INDEX OF AUTHORS	271
POPIS SPONZORA / LIST OF SPONSORS	275



PLENARNO PREDAVANJE

PLENARY LECTURE

POSTUPAK DIZAJNA GRADO ZERO ESPACE PRIMIJENJEN ZA RAZVOJ NOVIH PROIZVODA I KONZALTING

GRADO ZERO ESPACE'S DESIGN METHOD APPLIED ON NEW PRODUCT DEVELOPMENT AND CONSULTING

Elena TURCO & Pamela FEDERIGHI

Sažetak: Cilj rada je opisati postupak dizajna i sve povezane postupke koje koristi Grado Zero Espace (GZE) za izradu prototipova kojima se mogu ispitati nove primjene inteligentnih materijala i tehnologija te pružiti kvalitetnu tehničku potporu u rješavanju specifičnog problema i/ili zahtjeva kupaca. Postupak dizajna GZE-a koncentrira multidisciplinarnu vještinu i istovremeno podupire proces inovacije od početne ideje i prvih koncepcija projekta s nastavkom analize izvedivosti, uzimajući u obzir nove materijale, pa do proizvodnje gotovog proizvoda i optimiranog plana industrijalizacije. Razvoj novih proizvoda, analiza tržišta i adekvatni komunikacijski plan postali su izraz konkretnosti inovacije koju Grado Zero Espace unosi u svoje projekte.

Abstract: The aim of the paper is to describe the design method and all the related procedures that Grado Zero Espace (GZE) exploits in order to manufacture prototypes able to explore new applications for smart materials and technologies and to offer high quality technical support for the solution of a specific problem and/or customer's request. GZE's design method concentrates multidisciplinary skills and, at the same time, it supports the innovation process from the initial idea and first project concepts, continuing with the feasibility analysis, considering new materials, up to the final product manufacture and its optimized industrialization plan. new products development, market analysis and adequate communication plan became so an expression of the tangibility of the Innovation that Grado Zero Espace brings up to its projects.

Ključne riječi: postupak dizajana, inovacija, izrada prototipa, pristup kupcima, širenje informacija

Keywords: design method, innovation, prototype manufacturing, customer approach, dissemination

1. Introduction

Grado Zero Espace srl (GZE) is a small and private Italian company involved in research, consulting and prototyping activities, specialized in transferring materials and technologies from advanced sectors to other fields of application like textile, furnishing, automotive, portable and wearable devices, protective clothing, sport equipment, medical products...[1]. It is a flexible and dynamic organizational structure able to provide its clients with prototypes destined to markets of high technological content and to support these products with adequate communication plans to hit the appointed targets.

Studies about the integration of New and Smart Materials into several applications allowed Grado Zero Espace to accumulate competence in manufacturing complex structures with non conventional materials (shape memory alloys and polymers, aerogels, hydrogels, natural fibres, special polymers, carbon nanotubes, shock absorbers,...) and technologies (luminescent devices, protective treatments, plasma technology, thermo-regulating systems,...), using proper processing procedures for the development of innovative products able to meet the requirements of increased functionalities, lightness, comfort, flexibility, low cost,..., hence improving their commercialization.

Born as R&D department of a tailoring company, GZE became independent in 2001 when, thanks to the collaboration with the European Space Agency, participated to the ESA's Technology Transfer Programme [2]. Experiences coming from consulting activities, collaboration with many research centres and participation in several EU projects [3], allowed Grado Zero Espace to accumulate competence in innovative materials and technologies, in prototype manufacturing procedures, in the definition of specific technology transfer procedures and in the development of an efficient design method.

2. Innovation approach

The textile and clothing sector in Europe is mainly composed by SMEs and it represents one of the most dynamic sectors in global trade [4]. In order to fight current economic crisis and competitiveness of non-EU market, manufacturing companies should offer their customers advantages such as high quality and design, higher productivity and specialization, shorter lead times and, above all, innovation. Since several SMEs are not able to perform internal research activities, they try to find technical support from the collaboration with several research centres and consulting companies, for the development of high quality Innovative products.

When requests come from the industry, Grado Zero Espace's Innovation Approach focuses on very practical solutions able to provide new marketable products in a short time. When innovation concerns completely new materials and technologies instead, GZE pays accurate attention to their properties as well as to the manufacturing procedures related to the production (at industrial level) of innovative products involving them.

In this point of view GZE's Design Method (Figure 1) concentrates several multidisciplinary skills for the development of new products with high technological content. During the whole process, design supports all the actions from the initial idea and concept definition, considering new materials, continuing with the feasibility analysis, up to the final product production and its optimized industrialization plan.

Innovation process starts from the definition of the project requirements, paying attention not only to the properties that we want to obtain in the final product, but also to evaluating through a detailed feasibility analysis, all the necessary materials, equipment, machinery, manufacturing procedures, standards to be respected, etc. related to the specific product application field.

An in depth study of the state of the art is usually performed, involving both similar products, already present on the market, and materials, technologies, machinery and accessories required for the achievement of the final product. Through a "technology transfer" approach, the study will analyse not only a specific sector, but all the possible solutions (already exploited or not) able to respect the defined requirements.

Then concept development, design studies, simulation and modelling will contribute to finish the whole project, evaluating all the aspects related to a new product development. Assembly studies, design, definition and optimization of the manufacturing system, tests and iterative actions will bring to the prototype production and to the final engineering phase.

In the last step of the design method all the optimized manufacturing procedures, useful for the new product production at industrial level, are collected in a functional handbook and strategies for the final product. Industrialization and commercialization are evaluated and applied.

Evaluation of marketing and economic aspects are applied to each step of the design method, from the first raw material analysis and selection to the definition of the optimized industrialization plan in order to develop innovative, functional and marketable products.

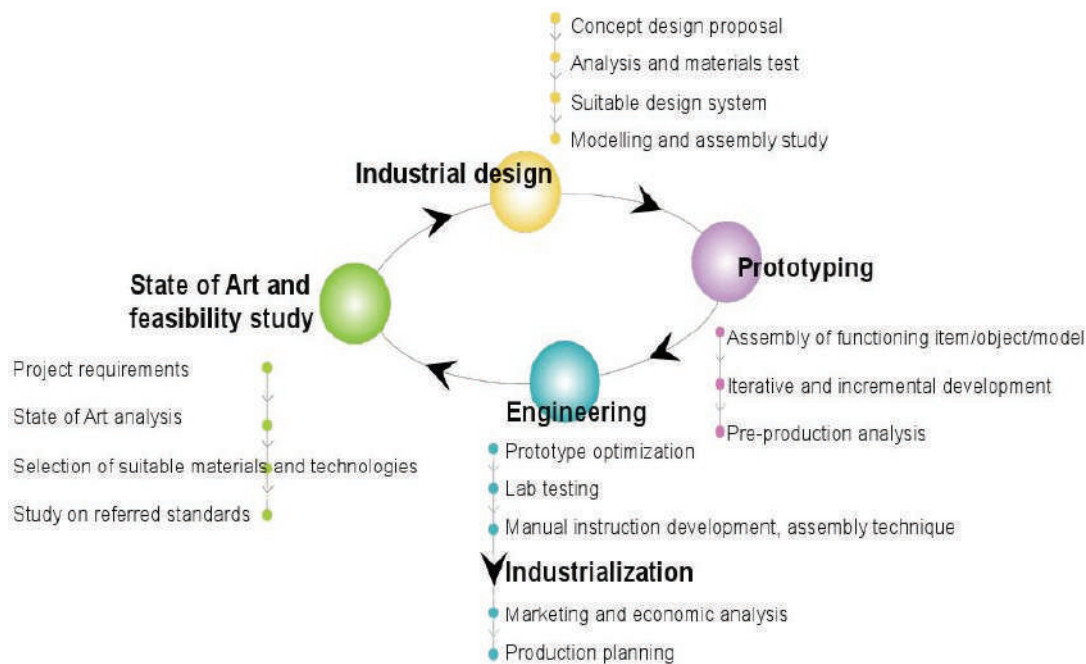


Figure 1: GZE's design method and related activities [1]

Design method allowed Grado Zero Espace to offer consulting and supporting services, accumulating experience about market requirements, always paying attention to all the socio-economical aspects for the development of a product at industrial level. The exploitation of this method has become an expression of the tangibility of the innovation that GZE brings up to its projects and turns into products.

In general, GZE follows two different approaches, strictly connected among themselves, for the development of innovative products and processes: the first one involves the design of new products based on some smart materials to find innovative applications through the development of a specific demonstrator; the second one starts from a specific request of the client that could involve the solution of a specific problem or the development of “something innovative”.

3. Design of new products

The objective of Grado Zero Espace in the design of new products is to give commercial opportunities to “pure research”, through the perfect integration of material sciences, engineering and design creativity for the development and manufacture of a practical and touchable demonstrator. In fact, the exploitation of materials and technologies still at lab scale, during the development and manufacturing of a potentially marketable product, is able to stimulate their production at industrial level and, hence, their growth on the market. Besides comments and suggestions obtained by researches, engineers, industrial producers and end users on the final demonstrator can contribute to both in finding new potential applications for the exploited material and technologies and in promoting the commercialization of that new product.

The development of new functional products starts from the study of a specific material, its technical characteristics and properties, its availability on the market, its health and safety aspects, its price, its potential workability in existing processes, its current use,...., being also aware of the importance of experimental analysis for the development and improvement of new products and processes. Through this first evaluation step some smart materials are selected as the most promising ones to be transferred to certain application fields. At this step a close collaboration between different expertises, including technicians, engineers, designers and market experts, is essential to proceed from the concept definition to the final product manufacturing.

Shape, dimension, positioning and functionality of each part of the product will be “translated” into drawings and, schemes and design solutions are suggested for the perfect integration of the materials and the maximization of functionality. During the project, in fact, specific design solutions are studied and suggested for the modification and/or integration of the new material into the selected application field, always paying attention to all the aspects related to the further product commercialization.

Continuous researches on new assembling methods, technologies, processes and techniques, as environmentally friendly as possible, are carried out as well as studies on innovative equipment able to increase the workability of the used smart materials. In order to guarantee the maximum functionality of the demonstrator, particular attention is also paid to other aspects like ergonomic comfort (if wearable), user friendliness, aesthetic effect (marketable product) etc.

3.1 Case study: From Aerogel to Quota Zero

An example of this process is represented by the Case Study “From Aerogel to Quota Zero”, that brought to the development of new materials and products. The project started from the evaluation of a high performance insulating material used by NASA in their space suits and its modification to be successfully integrated in the textile field. Aerogel is a substance like a gel whose liquid component has been replaced by gas, the result is a material composed of 90-99.8% air with typical densities of 3-150 mg/cm³ and considered the most efficient insulating materials in the world (thermal conductivity 0.003 Wm⁻¹K⁻¹) [5].

The first integration trial involved the simple insertion of the crumbled aerogel crystals between two proper fabrics for the development of a padded jacket. All the problems met during the manufacture of the first demonstrator were communicated to the suppliers, trying to stimulate the development of suitable solutions. This contributed to the definition, development and successive industrial production of aerogel blankets (Figure 2), a composite of silica aerogel and fibrous reinforcement with a non-woven structure able to turn the brittle aerogel into a durable, flexible material [6].



Figure 2: Aerogel Blanket Spaceloft DS® from Aspen Aerogels TM Copyright by Aspen Aerogels TM

After some other integration experiences, Grado Zero Espace developed a method (Aerogel Design System - http://www.gzespace.com/gzenew/index.php?pg=aerogel_design_system&lang=en), able to create a padding warranting softness, flexibility and breathability, together with aerogel thermal insulating characteristics. All these properties were achieved in an extremely reduced thickness, while dust production and desiccant touch were eliminated by the development of specific patches containing a proper combination of thin aerogel blankets, soft padding and tight but breathable fabrics.

This technology was then applied for the development of a jacket (Quota Zero Jacket - Figure 3 – http://www.gzespace.com/gzenew/index.php?pg=qzerojacket&lang=en#to_body) designed for high altitude mountain-climbing in extreme environmental conditions. Quota Zero Jacket, besides the internal ergonomic removable aerogel padding based on the developed aerogel design system, includes other high performances materials.

The structure consists of a multiple layer composed of an external orange fabric (wind resistant, highly waterproof but breathable orange fabric with a proper textile membrane), a 3D extremely breathable fabric (reducing excessive sweating on the back), a properly positioned elasticized fabric able to guarantee optimal mobility, a reinforced fabric (placed in the parts that are subject to higher mechanical and abrasive stresses) and the inner layer that provides the thermal insulation by the proper positioning of aerogel design system patches.



Figure 3: Quota Zero Jacket by Grado Zero Espace

Besides, some design solutions were applied to improve the jacket functionality and comfort.

Pro-Hand© invention consists in the realization of a patented solution specifically developed to protect hands and to avoid the loss of gloves due to sudden wind gusts. At the same time, the garment offers the possibility of taking off the covering glove without having to take off the sleeve, of wrapping the glove in such a way that it is not an encumbrance when climbing and also of protecting the glove against rain when so folded back.

Finally, the integration of ropes inside the jacket through the design of a special decentralized vertical opening avoided lifting up the jacket during the climb: a special waterproof and windproof zip was so dedicated to the implementation of security systems inside the garment, improving the mobility and comfort of the climber.

4. Customer request

The first step for an efficient consulting activity is the understanding of the client's requirements: this will permit to make clear, in the mind of the designer, the concept of the product they will have to obtain. This action is not ever easy, especially when the client would like to obtain a not-well defined "innovative product".

Some instruments could help and optimize the exchange of information: interviews (containing specific questions about objectives, time, investments, type of end-users, evaluation of the productive process including machinery, process parameters, productivity, restrictions,...) and the capability to "translate" from the industry language to a technical one. In fact, the customers often express the properties that they want to obtain in the final product in terms of general characteristics (stronger, lighter, comfortable, easier to work with, cheap,...) and/or comparisons with other commercial products; while the technicians refer to fixed parameters (tensile strength, density, breathability, non-toxicity,...), measurement units and/or standards to be respected. The continuous communications and the perfect integration of these two different points of view is fundamental in order to develop a product able to satisfy the customer's requests while helping the researchers in the choice of the most suitable materials and technologies.

Afterwards, following the same approach to a new product development, the defined requirements will be then "translated" into drawings, and schemes and preliminary design studies are carried out. Smart materials will be, hence, evaluated in function of the best compromise among performances, availability on the market, potential health and safety aspects, price and workability in existing processes.

At this point a custom-made process will be planned to modify/integrate smart materials into a marketable product by an industrial scale process. The custom-made development is the most difficult step, so, when possible, the manufacture of the prototype is performed directly at the customer's plant and through a direct contact with the client and its technical staff in order to avoid possible problems connected to the further industrialization of the manufacturing process. In fact, several problems are usually met when new materials, coming from lab scale production, are applied in industrial plants. Especially in textile fields, the development of a new manufacturing system is often related to great amounts of required raw materials, costs of the machinery and time spent for the definition/optimization of process procedures and for workers' training. In this case the exploitation of engineering expertise related to studies, simulation, modelling and design of new equipment and tools, facilitates the possible modification and/or setting up of the new process parameters. Besides, the constant collaboration between the researchers and the workers will contribute to the definition of the most suitable manufacturing methods, exploiting the expertise and experience of the producer, involving the technical staff in the suggestion of possible solutions and increasing, in this way, the acceptance of the new technology by all the employees.

Through an iterative process, continuous corrective actions are suggested in order to obtain the final optimized prototype ready to be produced at industrial level and compliant with the process requirements. At the end, all the optimized process procedures are summarized in a sort of handbook for the customer's use containing design of the model, pattern preparation, evaluation of required materials, positioning, integration, assembly techniques and final testing results. An evaluation of the obtained improvements, both in terms of manufacturing process (faster, easier, linked to a reduction of waste, automatizable,...) and performances of the final product, is performed in order to validate project results and to prepare a suitable communication plan, able to promote the new product into a specific market.

4.1 Case study: S1 Sailing Suit evolution

An example of the above mentioned custom-made process is represented by the modification of S1 Sailing Suit (Figure 4 - <http://www.gzespace.com/gzenew/index.php?pg=transat&lang=en>), a sailing suit specifically designed for Transat 6.50 [7] experience, solo Atlantic Ocean crossing.



Figure 4: S1 Sailing Suit – first version worn by Pia L'Obyr

A strict collaboration with the Swedish sailor Pia L'Obyr [8] allowed achieving specific functionalities. In fact, after the first experience in 2003, some specific problems connected to the sailor's safety and comfort were identified: first of all, the necessity for a technology able to guarantee, from the support helicopter, the athlete's visibility also in adverse weather conditions; second, the request for soft, light materials able to protect knees and elbows from the impacts maintaining at the same time a good sailor's mobility. Thanks to these specific requests and in depth studies about current and innovative solutions, several innovations in terms of materials and design were applied to the new version of the S1 Sailing Suit (Figure 5 - <http://www.gzespace.com/gzenew/index.php?pg=sonesuit&lang=en>).



Figure 5: S1 Sailing Suit – last version with innovations in materials and design

The whole suit is composed of a specific waterproof fabric coupled with a thermo-active breathable textile membrane able to guarantee the best moisture management in different environmental conditions; in fact, it adapts its molecular structure and permeability according to thermal variations, providing marine salts resistance.

In order to exploit the water resistance, flexibility and visibility (also at 90° angles and from 1000m of distance) of luminescent devices, Grado Zero Espace decided to apply a specific electroluminescent film along the backbone controlled by a switch inside the pocket. This allowed increasing the visibility at sea from the support helicopter also in adverse weather conditions, without affecting mobility of the sailor.

Since the sailor spent several hours on his knees and probability of body impact in such a restricted space is high, the insertion of a light and soft shock foam absorber in specific body parts was a breakthrough for the athlete's safety and comfort. Finally, the same Pro-Hand© system already exploited in the Quota Zero jacket was applied to the last version of S1 Sailing Suit. The integration of the glove with the sleeve, in fact, avoids the problem of losing them due to strong winds.

This suit represented for GZE a very useful example of how design could help in respecting specific requirements determined by the customers/athletes, bringing to the development of smart solutions able to improve the functionality of already developed products.

5. Market analysis

Before, during and after each project involving the development of a new product, a specific market survey is performed to find a suitable application field and to evaluate market needs and size. Furthermore, in order to prevent the non-acceptance of the product on the selected market target, specific interviews, satisfaction questionnaires and evaluations of end users' interests are performed, also making comparisons with already existing products. This approach brings to the proper choice of the end-user and related sector, ensuring the commercial feasibility of the system and assessing the economic impact of the generated knowledge and technology.

Grado Zero Espace, in particular, had the opportunity to develop several prototypes for one of the most innovation-receptive markets - extreme sport sector. The requirements of the athletes are often well defined and the achievement of the best performances is really needed. In some cases the developed prototype has not to respect the requirements of every day products (costs, durability, washability,...), but, at the same time, some other aspects like functionality, user friendliness, compatibility with other devices, visibility, aesthetic effect, resistance to extreme conditions,... are really important. After some experiences in this field, however, GZE developed a good expertise in recognizing the most important parameters which the researches have to be focused on, both for the sport sector and for other application fields.

After the definition and during the development phase of each demonstrator or new product, an evaluation of different aspects like costs of raw materials, estimated required quantities, complexity of the manufacturing process, total cost of the production at industrial level,... is carried out, together with an analysis of the expected improvements in term of performances, worker's safety and comfort. This allows the producers to rapidly apply the developed product and technologies at industrial level.

At the end of each consulting project Grado Zero Espace provides its customers with a detailed guide (for manufacturer's internal use), containing optimized process procedures, the most suitable manufacturing methods and some suggestions for worker training. In fact, experiences coming from some consulting projects, where the final prototype was obtained in collaboration with the technical staff of the industry, underlined the importance of involving the project the workers, through training activities and information exchanges in order to analyse and optimize all the aspects related to the new manufacturing process.

Specific technical data sheet are then prepared and presented with the new product, containing all the testing results and underlining all the obtained improvements for the further advertising activities. General criteria regarding the future exploitation and dissemination of each project's results, are finally defined in cooperation with the customer, including the development of an implementation plan and use of the intellectual and industrial property rights. Consulting services regarding the preparation of a patent, suggestions for the further commercialization and organization of promotional activities like brochures, advertising materials and participation in specific events are offered by Grado Zero Espace in order to provide the New Product with the correct and necessary visibility, following the requirements of the defined market.

6. Communication plan

Since Grado Zero Espace's foundation, the company believes in the importance of adequate communication plans, able to improve the company's visibility and useful to promote newly developed products. To assess the socio-economic impact of the generated knowledge, in fact, proper dissemination activities are usually performed involving several fields of applications, collaborators, partners and institutions in order to awaken possible customers/end users for the newly developed technology and products, creating a market need in this manner.

Dissemination activities should involve both technical and commercial aspects: press releases, conferences and publications usually involve scientific sphere, researchers and technical staff of the industries; practical demonstrations and exhibitions, on the other end, attract end-users and industries, always interested in new marketable materials and technologies, and allow a direct contact with the company's owners and sales managers.

After the introduction of new products, several tests are usually performed, but the most important validation result for Grado Zero Espace is obtained using field test and comments of the end users in terms of functionality, comfort, aesthetic effect, robustness and user-friendliness. Some examples are represented by the GZE's experiences in extreme sport sectors: the great success of some expeditions resulted in a high visibility both for the company and for the developed products. Participation in several prestigious international conferences and exhibitions or publications of those products in some magazines, press releases and books (Figure 6) contributed to highlighting aspects related to properties of new products, history and design. While prototypes supported by messages like "the clothing containing a material coming from the space" or "the garment that was on Everest/Atlantic" or "the suit worn by Sete Gibernau/McLaren staff" [1],... became representative of the tangibility of the innovation that GZE brings to its Products.



a.



b.

techtex

c.



d.



e.



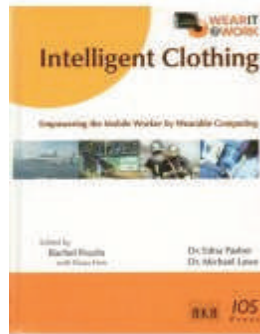
f.



g.



h.



i.

Figure 6: Example of conference, exhibitions and publications describing some GZE's Prototypes: a) Sport Design, Toronto, Canada, from 22 October to 31 October 2009; b) Aerogels World Summit 2008, 15,16 and 17 October, Rhode Island, USA; c) Techtexil, 12/14 June 2007, Frankfurt; d) From Eu Research to Industrial Innovation, Brussels, 1 and 2 April 2009; e) NanoltaTex 2009, Nanotech and other emerging technologies for textiles and clothing, Sesto San Giovanni, Milan, 10 November 2009; f) ADI Design Index 2008 [9]; g) Smart Materials (2007) [10]; h) SMST-2003 (2004) [11]; i) Intelligent Clothing (Wearit@work project) [12]

Thanks to the first ESA experiences, participation in several EU projects and contacts with international companies around the world, Grado Zero Espace reached, in the last years, a good visibility at Europe level. At the same time, because of the recent consulting activities, a more active participation to the requests/problems of the Italian market brought to some successful projects performed in collaboration with very important Italian companies in the textile sector.

It is very important for the competitiveness of the GZE's to participate in scientific conferences and congresses that have two functions: to update the company's technical staff about innovative materials and technologies developed by the best scientists around the world and to promote the company's expertise and obtained demonstrators, stimulating new applications for some exploited materials and technologies. The use of simple languages, pictures and practical samples during the conference's presentation is often appreciated by the audience as a starting point for interesting discussions among different expertises, for the creation of contacts with possible collaborators and partners, for the preliminary definition of the projects and for the stimulation of innovative and creative ideas.

References:

- [1] Available from <http://www.gzespace.com> Accessed: 2009-10-29
- [2] Brisson P.; Bougharouat N. & F. Doblaz F.: Technology Transfer and SMEs, *ESA Bulletin*, N° 101-february 2000, 2000, Available from <http://www.esa.int>
- [3] Available from http://cordis.europa.eu/home_en.html Accessed: 2009-11-11
- [4] Saheed, A.H.H.: New Trends in the Global Apparel Marketplace After First Year of Quota Expiry, *Asian Textile Business*, May 1, 2006
- [5] Lide DR, CRC "*Handbook of Chemistry and Physics*", CRC Press, 9781420090840, USA, 2009
- [6] Available from http://www.aerogel.com/products/pdf/Spaceloft_DS.pdf Accessed: 2009-10-29
- [7] Noli J., Gilard D.: *Petit Dauphin sur la peau du diable*, Editions Julliard, 226000144-0, France, 1998
- [8] L'Obry P. & Blomqvist M: *Solo over Atlanten – Kappseglingen Transat 6.50*, 9789146204404, 2004

- [9] Cutolo Y.: *ADI Design Index 2008*, Editrice Compositori, 8877946660, 2009
- [10] Ritter A.: *Smart Materials in architecture, interior architecture and design*, Birkhauser, 9783764373276, Germany, 2007
- [11] Carosio S.; Pozzolini P.; Pagliai F.; Anson T.: Development Of A Hybrid Shape Memory Fabric For Application In The Textile Industry, SMST-2003, *Proceedings of the International Conference on Shape Memory and Superelastic Technologies*, pp 613-620, 2003 2004.
- [12] Pasher E.; Lawo M.: *Intelligent Clothing, Empowering the Mobile Worker by Wearable Computing*, Rachel Plezzo with Elana Fein AKA IOS Press, 9781586039714, 2009



POZVANA PREDAVANJA

INVITED LECTURES

STRATEGIJA TEKSTILNE I ODJEVNE INDUSTRIJE – STATUS I PERSPEKTIVE

STRATEGY OF THE TEXTILE AND CLOTHING INDUSTRY - STATUS AND PROSPECTS

Milan LUŠIĆ

Sažetak: U radu su predstavljene aktivnosti proizašle iz implementacije Strategije tekstilne i odjevne industrije od njenog usvajanja 2007. godine do danas. Prezentirani su ključni ciljevi i usmjerenja Strategije te rezultati i status njihove realizacije. Osim aktivnosti proizašlih direktno iz Strategije, prezentirane su i inicijative Hrvatske agencije za razvoj tekstilne industrije (HARTI) koje artikuliraju prijedloge prilagodbe sukladno tržišnim okolnostima u recentnom razdoblju i prijedloge korektivnih mjera s ciljem implementacije Strategije unutar njezinih izvornih principa. Prezentirani su i zaključci usmjereni ka potrebi cjelovitije primjene Strategije i efikasnije implementacije.

Abstract: This paper deals with activities constituting the core of the National Textile and Clothing Strategy Implementation since its adoption in 2007 till the present day. Several key goals and directions are presented as well as associated results and milestones. Besides the activities originated from the National Textile Strategy, the paper also presents initiatives of the Croatian Textile Development Agency (HARTI) which represent adjustment proposals according to the recent market developments and which are also introducing corrective measures aiming at a more authentic implementation of the Strategy itself. The conclusion stresses the necessity of a more integral and efficient implementation of the Strategy.

Ključne riječi: tekstil, odjeća, industrija, strategija, HARTI

Keywords: textile, clothing, industry, strategy, HARTI

1. Uvod

Strategije tekstilne i odjevne industrije i njezin Operativni program usvojeni su Odlukom Vlade RH od 25. listopada 2007. godine. Od tog datuma provodile su se određene aktivnosti na realizaciji dogovorenih smjernice, no dogodilo se i niz promjena na tržištu, prije svega globalna kriza. Sama strategija bila je koncipirana za stabilne makroekonomske okolnosti, pa se u nastavku rada navode aktivnosti Strategije i potrebe prilagodbi sukladno novonastalim okolnostima, a i statusu provedbe Strategije.

2. Strategija tekstilne i odjevne industrije – ključna obilježja i ciljevi

Strategija tekstilne i odjevne industrije nastala je kao projekt u suradnji Ekonomskog instituta (kao glavnog provedbenog nositelja), Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva (kao naručitelja), predstavnika gospodarstva te Sindikata tekstila, obuće, kože, gume Hrvatske. Slijede ključna obilježja i ciljevi Strategije [1].

Ciljevi:

- tržišno repozicioniranje sukladno mogućnostima i sposobnostima hrvatskih tekstilnih tvrtki
- promjena strukture proizvodnje prema višim kvalitativnim i cjenovnim razredima, uključujući i izvoznu orijentiranost
- specijalizacija i okrupnjavanje tvrtki oko nositelja razvoja
- kadrovsko prilagođavanje novim tržišnim, tehnološkim i organizacijskim uvjetima poslovanja i razvoja.

Pretpostavke:

- stabilno i poticajno makroekonomsko okružje
- lobistička i financijska pomoć Ministarstva u procesima restrukturiranja
- učinkovita koordinacija svih subjekata u primjeni strategije.

Scenarij projekcije rasta i očekivane strukturne prilagodbe

- Strategija je analizirala dva scenarija:
 - o uspješno restrukturiranje - s primjenom strateških smjernica i
 - o status quo - bez primjene strateških smjernica
- scenarij „status quo“ projicirao je gubitak od cca 5.000 zaposlenih do 2015. godine ako se ne primijene smjernice Strategije.

Razvojni programi:

1. Restrukturiranje i konsolidacija poduzetnika u poteškoćama
2. Poticanje istraživanja, razvoja i primjene prenesenih i vlastitih znanja u poslovanju
3. Akvizicije u procesima okrupnjavanja djelatnosti
4. Dislokacija proizvodnih jedinica u RH i korištenje lokacijske rente
5. Obrazovanje i stručno osposobljavanje kadrova
6. Razvoj distribucije
7. Tehnološko-tehnička obnova proizvodnje
8. Kadrovske restrukturiranje, zbrinjavanje i novo zapošljavanje
9. Razvoj poduzetništva, kooperacije i robnih marki.

3. Strategija tekstilne i odjevne industrije – status provedbe

Ključne institucionalne aktivnosti na operativnoj provedbi Strategije bili su javni natječaji za program potpora industriji tekstila i odjeće u 2008. i 2009. godini, no putem natječaja i ostalih institucionalnih aktivnosti nisu ostvareni planirani budžeti.

Tablica 1: Ulaganje u području državnih potpora i kreditnih sredstava u 000.000 kn

godina implementacije	predviđeno ulaganje	osigurano	razlika
2008.	371,4	100	- 271,4
2009.	424,2	60	- 364,2
2008 – 2009 ukupno	795,6	160	- 635,6

U provedbi zacrtanih smjernica izostala su kako kreditna sredstva, tako i puni iznosi planiranih potpora. Uz nedostatnu ukupnu koordinaciju na provedbi i činjenicu da je Strategija bila predviđena za stabilno makroekonomsko okruženje, ukupnost provedbe dovela je do stanovitog iskrivljavanja osnovnih ciljeva i smjernica.

Sa stanovišta cilja koji je bio usmjeren na „promjenu strukture proizvodnje prema višim kvalitativnim i cjenovnim razredima uključujući i izvoznu orijentiranost“ - neostvarena ulaganja potencirana recesijskim trendovima stvorila su uvjete za održavanje poslova s niskom dodanom vrijednošću koji nisu zahtijevali značajna razvojna ulaganja, što je dovelo do suprotnog usmjerenja od onog zacrtanog Strategijom.

Gledajući zacrtano usmjerenje na „tržišno repositioniranje sukladno mogućnostima i sposobnostima hrvatskih tekstilnih tvrtki“ – stvorilo se okruženje u kojem tvrtke, koje su pripremile vlastite razvojne programe s ciljem repositioniranja, nisu ih mogle ostvariti u nedostatku predviđenih ulaganja u njih te su se dovele u težu situaciju nego one koje nisu težile repositioniranju.

Jedna od ključnih smjernica je i „specijalizacija i okrupnjavanje tvrtke oko nositelja razvoja“, no neostvarivanjem usvojenih programa i nekorištenjem broja zaposlenih kao kriterija dodjele sredstava, te utjecajem recesijskih trendova, veliki su sustavi posebno pogođeni i dovedeni u situaciju da ne mogu biti nositelji razvoja i zaposlenosti.

„Kadrovske prilagođavanje novim tržišnim, tehnološkim i organizacijskim uvjetima poslovanja i razvoja“ nije se realiziralo na planirani način, jer je neostvarivanjem usvojenih programa onemogućena kvalitetna prilagodba novim uvjetima poslovanja i razvoja, a teret zbrinjavanja zaposlenih povećao se uslijed većeg smanjenja zaposlenosti.

Primjena je usvojene Strategije bila djelomična, formalna i neučinkovita te nije stvoren dostatan referentni okvir za planirano tržišno repositioniranje, prije svega nedostatkom planiranih sredstava potenciranog recesijskim neprilikama. Zanimarene su i strateške preporuke da se pri provedbi Strategije preferiraju nositelji razvitka, koji će jamčiti maksimizaciju društvenih koristi kao osnove opravdanja državnih potpora i povoljnih kredita.

4. Inicijative Hrvatske agencije za razvoj tekstilne industrije

4.1 Ključne inicijative

U siječnju 2008. godine osnovana je Hrvatska agencija za razvoj tekstilne industrije, izvršno tijelo Clustera hrvatske tekstilne industrije, na osnovu preporuke smjernica Strategije kao tijelo za koordinaciju provedbe Strategije, inicijalno, od strane gospodarstva. Od svog osnivanja HARTI je izradio niz inicijativa s ciljem usmjeravanja provedbe Strategije, poticanja na prilagodbu recesijskim okolnostima i motiviranja na užu koordinaciju gospodarstvenika i institucionalnih mehanizama. Među tim inicijativama ističu se niže nabrojane.

Inicijativa iz lipnja 2008. godine kojom je HARTI sklopio ugovor s Ekonomskim institutom Zagreb na izradi smjernica modela za odabir razvojnih programa. Izrađen je materijal pod nazivom: "Metodologija, kriteriji i model odabira razvojnih programa za financiranje u hrvatskoj tekstilnoj industriji u razdoblju 2008.-2012." koji je dostavljen Ministarstvu gospodarstva, rada i poduzetništva. Materijal sadrži izvedbeno razrađeni sustav kriterija, pondera i rangiranja konkurentnih programa i projekata u odabiru za financiranje i može se implementirati kao sustavno i razvidno rješenje za organiziranje Internoga tržišta programa i projekata. [2]

U lipnju 2009. godine HARTI je izradio prijedlog vezano na koncept javnog natječaja za dodjelu potpora tekstilnoj i odjevnoj industriji za 2009. godinu te ga dostavio Ministarstvu gospodarstva, rada i poduzetništva. Predložena je prilagodba recesijskim okolnostima kroz veće usmjeravanja na programe za očuvanje konkurentnosti usmjerene na likvidnost i obrtna sredstva, a nešto manje usmjeravanje na programe namijenjene razvoju. Predloženi su i eliminacijski i rangirajući kriteriji sukladno smjernicama strategije i kontekstu efekata globalne krize.

HARTI je u lipnju 2009. godine izradio prijedlog poticaja očuvanja zaposlenosti radno intenzivnih industrija prema Ministarstvu gospodarstva, rada i poduzetništva. Predloženo je veće usmjerenje poticanja na očuvanje zaposlenosti u odnosu na poticanje zapošljavanja te dan prikaz analitičkog scenarija s mogućim uštedama vezanim uz oportunitetne troškove naknade HZZ-a i poreza iz brutto plaće u slučaju predviđenog porasta broja nezaposlenih.

Materijal: Inicijativa očuvanja sektora tekstilne i odjevne industrije i osiguranja održivog razvoja, iz listopada 2009. godine, dostavljen Ministarstvu financija i GSV, u kojem su obrazloženi status i negativni trendovi te predložena područja prioritetnog djelovanja: očuvanje zaposlenosti, dostupnost kapitala, javna nabava, regionalni značaj sektora, opća konkurentnost sektora, implementacija razvojne strategija tekstilne i odjevne industrije Hrvatske.

U nastavku će biti detaljnije prikazana zadnja inicijativa: „Prilagodba sustava i politike državnih potpora u recesijskim uvjetima za djelatnost proizvodnje tekstila i odjeće“, materijal izrađen uz konzultantsku pomoć i tome komplementaran rad Ekonomskog instituta Zagreb, dostavljen Vladi.

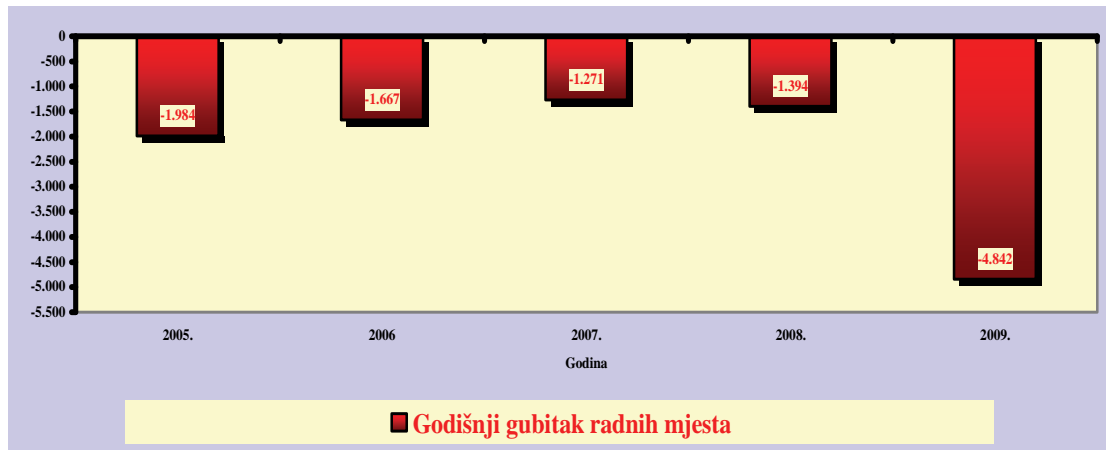
4.2 Prilagodba sustava i politike državnih potpora u recesijskim uvjetima za djelatnost proizvodnje tekstila i odjeće

I. KLJUČNA OBILJEŽJA PROIZVODNJE TEKSTILA I ODJEĆE U HRVATSKOJ

Nesporan je još uvijek veliki značaj proizvodnje tekstila i odjeće u Republici Hrvatskoj. Tradicionalno poslujući u tržišnoj strukturi s izrazitim izvoznim usmjerenjem različitih poslovnih oblika i u cjelini privatizirana, proizvodnja tekstila i odjeće ima sljedeća obilježja:

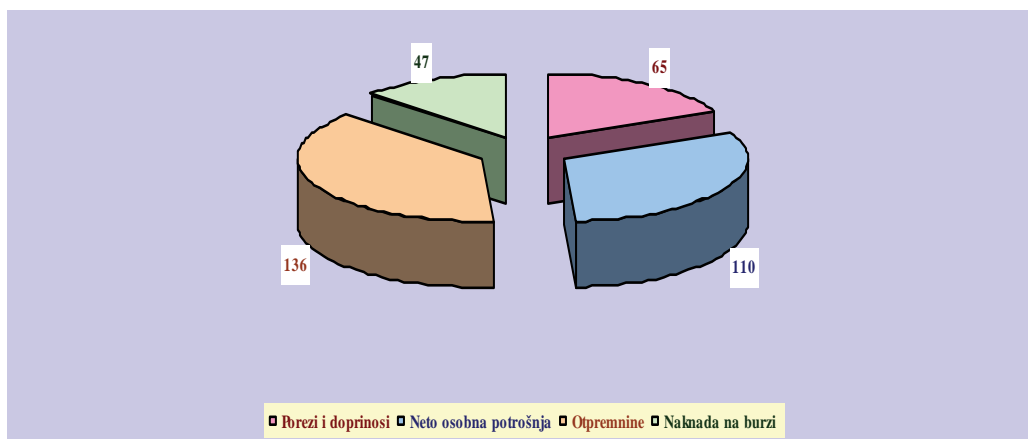
- značajan broj zaposlenih s ubrzanom opadanjem toga broja
- radno intenzivna proizvodnja
- veliki udio ženske radne snage – preko 84%
- niske prosječne mjesečne neto plaće -2.870 HRK
- izvozna usmjerenost, ali i niska profitabilnost
- nezaštićenost od neloyalne konkurencije
- razjedinjenost, usitnjenost i slaba pregovaračka sposobnost prema okružju
- problemi distribucije i naplate potraživanja
- nedostatak stabilnih i povoljnih izvora financiranja – nizak kreditni rejting
- regionalna koncentracija djelatnosti - 75% u sjeverozapadnoj Hrvatskoj i Slavoniji.

Nepovoljni trendovi u poslovanju i razvitku proizvodnje tekstila i odjeće nisu posebnost Hrvatske i nisu samo posljedice nepredvidivih recesijskih neprilika. Hrvatska je, međutim, inače u usporedbi s Europom zakasnila sa strukturnim prilagođavanjem, pa je neprovođenje, u lipnju godine 2007. usvojene Strategije tekstilne i odjevne industrije, dodatno pogoršalo stanje u djelatnosti. U tome se osim financijskih poteškoća osobito dramatičnim smatra smanjenje broja zaposlenih (sa 33.466 u 2004. na 22.308 - procjena za 2009). Na to ukazuju i podaci prikazani u slici 1.1.



Slika 1: Dinamika izgubljenih radnih mjesta u hrvatskoj tekstilnoj industriji u razdoblju 2005. – 2009.

Kao što se iz podataka navedenim na slici 1.1. može vidjeti, posebno se indikativnom smatra godina 2009. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku, u proizvodnji tekstila i odjeće u Republici Hrvatskoj u prvih je devet mjeseci godine 2009. izgubljeno čak 3.759 radnih mjesta, a s projekcijom očekivanoga dodatnoga smanjenja broja zaposlenih, taj se broj do kraja godine povećava na 4.842 izgubljena radna mjesta. Takva su kretanja višestruko negativno utjecala i na izravne i neizravne financijske gubitke na makroekonomskoj razini, na što ukazuju i procijenjene vrijednosti izravnih i neizravnih troškova prikazane u slici 1.2.



Slika 2: Struktura oportunitetnih i izravnih troškova smanjivanja broja zaposlenih u hrvatskoj tekstilnoj industriji u godini 2009., u milijunima HRK

Samo u godini 2009., dakle, ukupni izravni i neizravni financijski gubici, zbog smanjenoga broja zaposlenih u proizvodnji tekstila i odjeće u Republici Hrvatskoj, rezultiraju s oko 358 milijuna gubitka na razini gospodarstva u cjelini. U sklopu te četiri sastavnice, veoma veliko opterećenje nose i poduzetnici, jer je u skladu s kolektivnim ugovorima njihova obveza osigurati sredstva za otpremnine u iznosu od 136 milijuna HRK. I umjesto da se ta sredstva iskoriste za financiranje trajnih obrtnih sredstava, smanji nedovršena proizvodnja i poveća izvoz, potencijalno investicijska sredstva pretvaraju se u potrošnju.

II. PROBLEMI S PROVOĐENJEM USVOJENE STRATEGIJE

Analizirana nepovoljna kretanja i procjene gubitaka rezultat su četiri ključna čimbenika, a to su:

1. Nepotpuno provođenje Strategije tekstilne i odjevne industrije
2. Nekonzistentnost kriterija za dodjelu državnih potpora
3. Nepredvidivi učinci recesijskih neprilika
4. Neusklađenost djelovanja dionika u primjeni Strategije

Primjena je usvojene Strategije bila djelomična, formalna i neučinkovita. U provođenju je Strategije zanemareno ustrajanje na cjelovitosti i primjeni objektiviziranih kriterija odabira programa za korištenje državnih potpora. Izostale su planirane i pod povoljnim uvjetima odobravane kreditne linije. Zanemarene su strateške preporuke da se pri provedbi Strategije preferiraju nositelji razvitka, koji će jamčiti maksimizaciju

društvenih koristi kao osnove opravdanja državnih potpora i povoljnih kredita. Potpore se nisu dodjeljivale na osnovi objektiviziranih kriterija i uz odgovarajući nadzor, a izostala je i preporučena politika dodjele većih sredstava državnih potpora nositeljima razvitka, koji su korištenje državnih potpora svojim rezultatima mogli i opravdati. Čak se nije poštivalo niti načelo horizontalnosti i regionalnosti državnih potpora, što nije bilo niti nužno, jer je jedinična vrijednost državnih potpora bila zapravo zanemariva i «vatrogasnih obilježja». Zbog toga se i izgubila važnost poštivanja i primjene odgovarajućih kriterija društveno-ekonomske učinkovitosti.

Komplementarno Strategiji izrađena je i «Metodologija, kriteriji i model odabira razvojnih programa za financiranje u hrvatskoj tekstilnoj industriji u razdoblju 2008.-2012.», Ekonomski institut, Zagreb, lipanj 2008., kao osnova institucionalizacije hrvatskoga sustava državnih potpora u proizvodnji tekstila i odjeće [2] No, Metodologija jednostavno nije primijenjena, premda je uređena na način da se gotovo u cijelosti mogla objaviti u Narodnim novinama kao sustavno i razvidno rješenje za organiziranje Internoga tržišta programa i projekata. Zbog toga se ovdje ustraje na obnovi koncepta Internoga tržišta programa i projekata u procesu korištenja izravnih i neizravnih državnih potpora, prilagođenoga izmijenjenim uvjetima u okružju.

Recesijske neprilike, naime, za hrvatsko gospodarstvo imaju svoj opći horizontalni učinak, ali za proizvodnju tekstila i odjeće, zbog njezine izvozne usmjerenosti i veoma veliki vertikalni, negativni učinak. U prilikama veoma ograničenih proračunskih sredstava, proizvodnja tekstila i odjeće u Republici Hrvatskoj ostaje bez pravih mogućnosti zaustavljanja negativnih trendova u financiranju i osobito u pogledu zaposlenosti.

Na osnovi usvojenih devet programa razvojnoga restrukturiranja proizvodnje tekstila i odjeće u Hrvatskoj, Strategijom je razrađena struktura i dinamika ulaganja u te programe, s odgovarajućim preferiranjem ulaganja u razvojno restrukturiranje, tržišno repozicioniranje, okrupnjavanje i kadrovsku obnovu. S time u svezi je bila planirana i struktura izvora financiranja na način kako je to navedeno u tablici 2.

Kao što se iz podataka navedenim u tablici 2. može zaključiti, u razdoblju 2008. – 2012. bilo je planirano u razvojne programe ukupno uložiti 1,68 milijardi HRK, u sklopu kojih bi državne potpore trebale imati udio od 37,32%, dok bi se povoljnim kreditima trebalo financirati 53,33% i vlastitim sredstvima poduzetnika 9,35%. No, već je u godini 2008. dodijeljeno 46,9 milijuna državnih potpora manje nego što je planirano, a u godini 2009. to je smanjenje bilo za visokih 91,35 milijuna HRK.

Kada se tome pridoda činjenica da su izostali krediti pod povoljnim uvjetima u iznosu od 224,5 milijuna HRK u godini 2008. i 272,85 milijuna HRK u godini 2009., zaključuje se da je ukupno u godini 2008. uloženo u programe restrukturiranja djelatnosti proizvodnje tekstila i odjeće manje od planiranog za 271,4 milijuna HRK, a u godini 2009. je uloženo manje od planiranog 364,2 milijuna HRK, ili ukupno za obje godine 635,6 milijuna HRK. Zato je i djelatnost proizvodnje tekstila i odjeće dolazak recesijskih neprilika dočekala izrazito nespremna.

Pri odlučivanju o veličini državnih potpora i jamstava za pomoć toj djelatnosti valja voditi računa o navedenoj činjenici. Osim toga, čak i dodijeljene državne potpore u iznosu od 100 milijuna HRK u godini 2008. i 60 milijuna HRK u godini 2009. odobravane su na osnovi pojednostavljenih kriterija bez pokazatelja društveno-ekonomske učinkovitosti programa i projekata, kao što je bilo predviđeno Strategijom i Metodologijom.

Tablica 2: Struktura i dinamika izvora financiranja razvojnih programa u proizvodnji tekstila i odjeće u razdoblju 2008.-2012. (u milijunima HRK, tekuće cijene)

STRUKTURA/GODINA	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	Ukupno
A. PLANIRANA ULAGANJA	404,00	473,50	399,50	238,00	165,00	1.680,00
B. PLANIRANI IZVORI	404,00	473,50	399,50	238,00	165,00	1.680,00
1. Planirana vlastita sredstva	32,60	49,30	36,10	20,10	18,90	157,00
2. Planirani krediti	224,50	272,85	219,50	111,85	67,30	896,00
3. Planirane državne potpore	146,90	151,35	143,90	106,05	78,80	627,00
C. OSTVARENI IZVORI	132,60	109,30				
1. Ostvarena vlastita sredstva	32,60	49,30				
2. Ostvareni krediti	0,00	0,00				
3. Ostvarene državne potpore	100,00	60,00				
D. RAZLIKA PLANIRANOG I OSTVARENOG (B. – C.)	271,40	364,20				
1. Razlika vlastitih sredstva (B.1. – C.1.)	0,00	0,00				
2. Razlika kredita (B.2. – C.2.)	224,50	272,85				
3. Razlika državnih potpore (B.3. – C.3.)	46,90	91,35				

Činjenica je isto tako, međutim, da je tijekom provedbe Strategije dolazilo do nesuglasja u aktivnostima dionika, od države do poduzetnika, pa se neuspjeh primjene Strategije može djelomično pripisati i subjektivnim čimbenicima, a ne samo objektivnim čimbenicima, tj. ograničenim sredstvima.

Na ovu su radno intenzivnu djelatnost osobito negativno utjecali recesijski trendovi s gubitkom inozemnih tržišta, što se Strategijom na razini spoznaja u godini 2007. nije moglo predvidjeti. Usvojena Strategija se nije u cijelosti provodila i sve se svelo na nerazvidno odobravanje državnih potpora, a izostalo je osiguranje planiranih povoljnih kreditnih sredstava, pa je gospodarska politika završila u dodjeli potpora zbog «mira u kući», a ne zbog potrebe da se potaknu nositelji razvitka.

Nije nevažno konstatirati, da je ukupni iznos planiranih, a nedodijeljenih državnih potpora i neiskorištenih kredita (vidjeti tablicu 2.) u razdoblju 2008. -2009. bio visokih 635,6 milijuna HRK, a izravni i neizravni gubici u proizvodnji tekstila i odjeće u Republici su Hrvatskoj samo za godinu 2009. procijenjeni na 385 milijuna HRK. To samo dokazuje da bi internalizacija koristi i troškova kroz odobravanje planiranih državnih potpora i povoljnih kredita pokrila navedene izravne i neizravne gubitke u djelatnosti s dodatnim multiplikativnim učinkom na poslovanje i razvitak.

III. SMJERNICA, CILJEVI I KRITERIJI INTERVENTNOGA FINANCIRANJA PROIZVODNJE TEKSTILA I ODJEĆE U REPUBLICI HRVATSKOJ

Izmijenjene prilike u okružju zahtijevaju odgovarajuće prilagodbe, pa se polazeći od Strategije ključno smjernicom smatra očuvanje zaposlenosti kao preduvjeta stabilizacije poslovanja, konkurentnoga povratka na inozemno tržište s proizvodima veće dodane vrijednosti i stvaranja osnova za razvitak regija u kojima je visoka koncentracija djelatnosti. Na toj osnovi se utvrđuju sljedeći ciljevi:

1. Zadržavanje stupnja zaposlenosti i broja zaposlenih
2. Povrat udjela izvoza u ukupnim prihodima
3. Smanjenje proračunskih rashoda za nezaposlene
4. Smanjenje izravnih troškova otpremnina i drugih «oportunitetnih» troškova
5. Kadrovsko restrukturiranje specifične strukture zaposlenih – žena, zaposlenika starije i srednje dobi i nižega obrazovanja

U skladu s ciljevima i polazeći od Strategije, u godini 2010. se valja usmjeriti na sljedeće programe prilagođene izmijenjenim prilikama u okružju, a to su:

1. Očuvanje zaposlenosti
2. Dugoročno financiranje trajnih obrtnih sredstava i održanje likvidnosti
3. Razvitak zajedničke distribucije na domaćem i inozemnom tržištu
4. Akvizicije u procesima okrupnjavanja i zajednički programi umreženja poduzetnika na regionalnoj i međuregionalnoj razini
5. Tehnološko-tehnička obnova izvozno usmjerene proizvodnje.

Programima valja prilagoditi i kriterije odabira programa i projekata. Izvedbeno razrađeni sustav kriterija, pondera i rangiranja konkurentnih programa i projekata u odabiru za financiranje sadržan je u studiji «Metodologija, kriteriji i model odabira razvojnih programa za financiranje u hrvatskoj tekstilnoj industriji u razdoblju 2008.-2012.», Ekonomski institut, Zagreb, lipanj 2008.

Kada je riječ o pokazateljima-kriterijima vrednovanja zahtjeva i prijedloga državnih potpora važnim se smatra razlikovati dvije skupine pokazatelja-kriterija, a to su: [2]

1. Eliminacijski pokazatelji-kriteriji
2. Rangirajući pokazatelji-kriteriji

Kada su svi pokazatelji-kriteriji na standardiziranoj metodološkoj osnovici izračunati, slijedi proces njihovoga rangiranja. Rangiranje je veoma osjetljiv postupak, jer se oslanja na utvrđene pondere, koji se pridjeljuju svakom od pokazatelja. O veličini pondera odlučuje Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, jer ponderi izravno odražavaju prioritete industrijske politike u djelatnosti. Pokazatelji su raščlanjeni na: [2]

1. Pokazatelji dosadašnjeg poslovanja
2. Pokazatelji tržišno-financijske opravdanosti
3. Pokazatelji društveno-ekonomske opravdanosti
4. Pokazatelji zaposlenosti
5. Pokazatelji regionalnih učinaka

Svakom od navedenih pokazatelja je u metodološkom materijalu pridružen ponder, koji je ključan za rangiranje programa i projekata. S obzirom na recesijske neprilike i prethodno prilagođene ciljeve za djelatnost proizvodnje tekstila i odjeće, u prilagođenoj metodologiji treba značajno povećati ponder sljedećih pokazatelja:

- pokazatelja zaposlenosti
- pokazatelja tržišno-financijske opravdanosti i u tome osobito likvidnost poslovanja i vrijednost izvoza
- pokazatelja regionalnih učinaka.

Temeljem ukupnog broja bodova po svim pokazateljima utvrđuje se završni rang, tj. redosljed zahtjeva i prijedloga za državnim potporama. Državne se potpore odobravaju po utvrđenom redosljedu i odobrenim pojedinačnim iznosima državnih potpora. Odabir tih pokazatelja i povećanje njihovih pondera osnove su antirecesijske politike uz primjenu Strategije za djelatnost proizvodnje tekstila i odjeće.

IV. KONCEPT FINANCIRANJA PROGRAMA I PROJEKATA PRILGODBI

Budući da su se i razvijene zemlje u uvjetima recesije opredijelile za određene oblike «državnog intervencionizma» u gospodarstvu, Republike Hrvatska u tome pogledu ne bi trebala biti izuzetak. Različite gospodarske strukture i različito vrednovanje pojedinih gospodarskih sektora i njihov značaj za gospodarstvo u cjelini zahtijeva, dakako, i određene posebnosti u praktičnom djelovanju. Budući da se u recesijskim neprilikama povećanje nezaposlenosti iskazuje kao ključni makroekonomski problem, sektori s relativno većim brojem zaposlenih u odnosu na ukupni broj zaposlenih zavrjeđuju osobitu pozornost. U Republici Hrvatskoj su to proizvodnja tekstila i odjeće, prerada kože, prerada drva i proizvodnja namještaja i brodogradnja. Obilježja tih sektora su radna intenzivnost i izrazita izvozna usmjerenost, pa je po tome i ranjivost tih sektora mnogo veća nego nekih drugih gospodarskih djelatnosti.

Na slici 3. prikazani koncept financiranja programa i projekata prilagodbi hrvatskoga gospodarstva recesijskim neprilikama polazi od načela horizontalnosti i može se smatrati sustavnim rješenjem za vođenje odgovarajuće antirecesijske politike. Konceptom i ključnim sastavnicama sustava omogućuje se razvidno namjensko financiranje, koje je sukladno općim pravilima dodjele državnih potpora, kao instrumenta «državne intervencije» u gospodarstvu. Premda u kratkom roku usmjeren na rješavanje akutnih problema nezaposlenosti, predloženi sustav bi u primjeni trebao rezultirati pozitivnim učincima i na srednji rok. Pritom se mora poštivati načelo maksimalne disperzije društvenih koristi, jer je to ključni preduvjet vrednovanja učinkovitosti izravnih i neizravnih državnih potpora.

Osnovna ideja sustava je da bude razvidna osnova vođenja gospodarske politike i s time u svezi postigne suglasje države, poduzetnika i banaka. Zbog različitih su poslovnih i razvojnih misija kratkoročni ciljevi države, poduzetnika i banaka čak suprotni, ali već u srednjem roku ti ciljevi po naravi stvari konvergiraju i postaju zajednički. Zbog toga je racionalno očekivati da se može postići suglasje o zajedničkoj akciji, koja bi trebala rezultirati koristima za sve sudionike.

Kao što se na slici 3. može vidjeti, kao mogući izvori financiranja za potrebe namjenskoga financiranja programa i projekata prilagodbi hrvatskoga gospodarstva recesijskim neprilikama identificirani su Državni proračun i Interventni industrijski fond – IIF. Premda po svojim normativnim i praktičnim razlikama, oba se izvora koriste za ostvarenje «zajedničkih» usuglašenih ciljeva. Pritom se ističu dvije moguće inačice, a to su:

1. Zadržavanje ionako ograničenih proračunskih sredstava u Državnom proračunu za potrebe državnih intervencija i davanje samo državnoga jamstva za sredstva banaka s kojima se formira Interventni industrijski fond – IIF
2. Formiranje kreditnih linija s bankarskim sredstvima u Interventnom industrijskom fondu – IIF na osnovi jamstva države ili nekoga drugoga kolaterala.

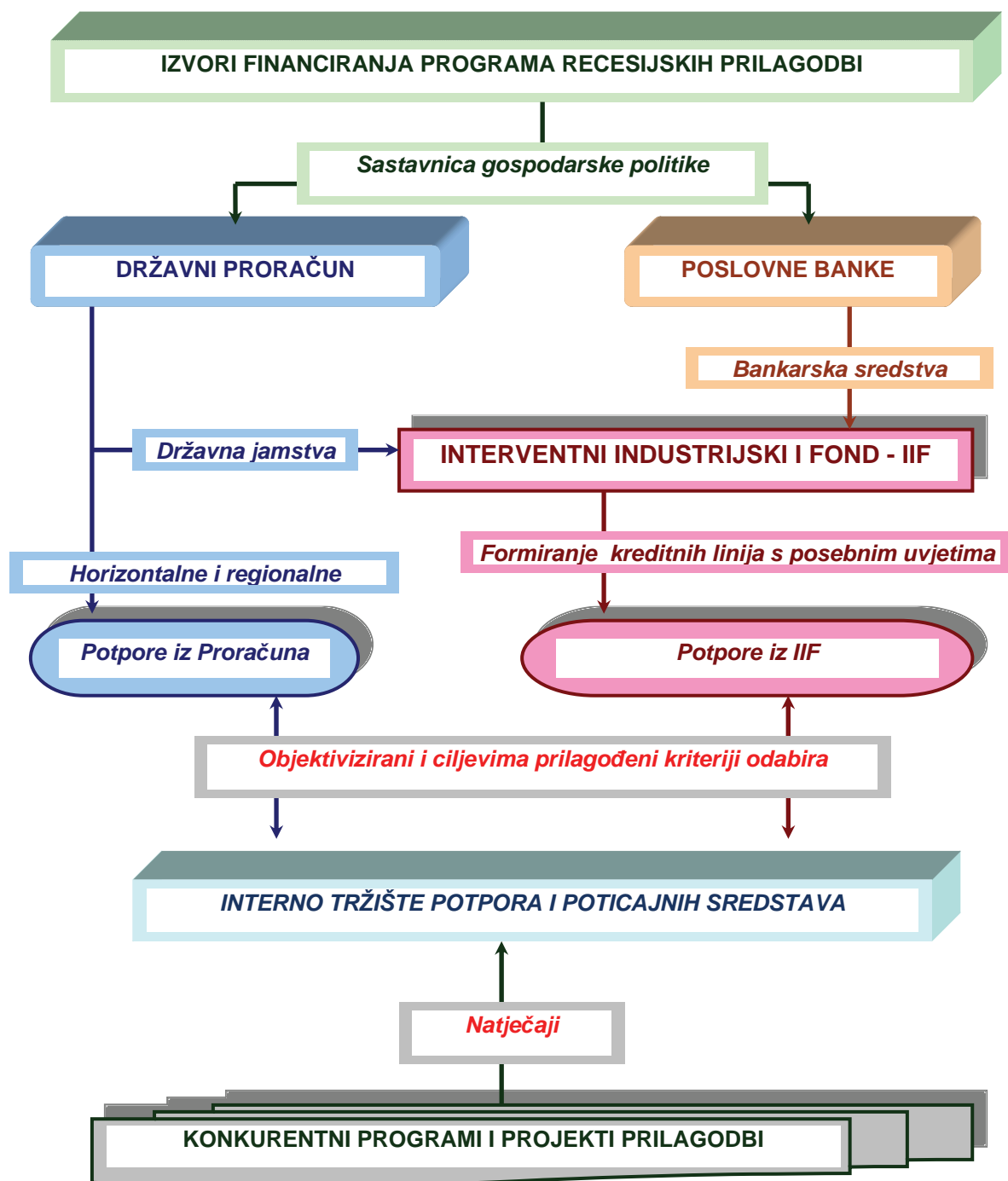
Obje su inačice prihvatljive. Prvom inačicom se možda može formirati veći fond sredstava, ali se može postaviti problem uspostave kriterija na osnovu kojih se odabiru programi i projekti za financiranje. I uz državno jamstvo, naime, u prvoj inačici sredstva su u Interventnom industrijskom fondu IIF zapravo bankarska sredstva, a praksa je pokazala da se unatoč dobrim nakanama u takvim prilikama «poticajno», povoljno kreditiranje u pravilu pretvara u «klasično» komercijalno kreditiranje, koje po naravi stvari programi i projekti prilagodbe recesijskim neprilikama ne mogu podnijeti.

Za razliku od prve, druga inačica državu stavlja u povoljniju poziciju da ostvari postavljene makroekonomske ciljeve s većim utjecajem na kriterije odabira programa i projekata prilagodbi recesijskim neprilikama. Konkretna i institucionalno uređena rješenja ovisit će uskladi interesa i ciljeva, s jedne strane te raspoloživim sredstvima za te namjene, s druge strane. Pritom se kao okvirni iznos potrebnih sredstava za djelatnost proizvodnje tekstila i odjeće u godini 2010. predviđa 487,5 milijuna HRK, što je zapravo iznos procijenjenih izravnih i neizravnih troškova gubitka 5.000 radnih mjesta u toj godini. Riječ je o iznosu koji obuhvaća proračunska sredstva i sredstva poslovnih banaka koja će se formirati kroz Interventni industrijski fond - IIF. Ovisno o odabranoj inačici organizacije Interventnog industrijskog fonda – IIF i iznosima sredstava u kreditnim linijama, ukupni iznos angažiranih proračunskih sredstava procjenjuje se u godini 2010. na 150 milijuna HRK.

Nesporno bi trebalo biti da se u Državnom proračunu zadrži određeni dio sredstava za horizontalne i regionalne državne potpore, primjerice, na razini planiranih državnih potpora male vrijednosti.

No, neovisno o varijantnim rješenjima ovdje se izloženim konceptom ustraje na ujednačenim i u skladu s ciljevima objektiviziranim kriterijima vrednovanja i odabira programa i projekata prilagodbi recesijskim neprilikama. Valja istaknuti, da je HARTI u suradnji s Ekonomskim institutom izradio «Metodologiju, kriterije i

model odabira razvojnih programa za financiranje u hrvatskoj tekstilnoj industriji u razdoblju 2008.-2012.», Ekonomski institut, Zagreb, lipanj 2008 [2]. Ta je Metodologija operacionalizirala sastavnice Strategije tekstilne i odjevne industrije usvojene u listopadu godine 2007. Smatra se da je ona veoma dobra osnova za institucionalizaciju ponašanja svih dionika u tome specifičnom klasteru. Osobito zbog toga, jer uz sva metodološka pojašnjenja sadrži primjenjiv i potrebama prilagodljiv sustav mjerljivih kriterija rangiranja, dokumente i obrasce s uključenim okvirnim sadržajem Natječaja.



Slika 3: Koncept financiranja programa i projekata prilagodbi hrvatskoga gospodarstva u izlasku iz recesije

Smatra se, naime, da već postoje sve informacijsko-dokumentacijske osnove da se predloženi sustav operacionalizira na razinu objektivnosti i razvidnosti, koja je nužna za formiranje internoga tržišta potpora i poticajnih sredstava za koje se «natječu» odgovarajući programi i projekti prilagodbi recesijskim neprilikama. Još jednom se ističe činjenica da predloženi model ima horizontalna obilježja, tj. da smjerom ujednačavanja uvjeta za sve potencijalne korisnike planiranih interventnih sredstava u hrvatskome gospodarstvu, koji zadovolje odgovarajuće kriterije. To je uostalom i zalag da se moguća sektorska obilježja tih izravnih i

neizravnih državnih potpora izbjegnju i time otkloni mogući prigovor Agencije za zaštitu tržišnoga natjecanja. No, neovisno o tome i polazeći od već provjerene prakse i razvijenih zemalja, utvrđivanje ključnih kriterija i sustava rangiranja valjalo bi prilagoditi upravo onim programima i projektima prilagodbi recesijskim neprilikama, pa makar to bilo gospodarskom politikom uvedeno namjensko «preferiranje» određenih gospodarskih sektora. To se, dakako, ne institucionalizira, ali se primjenjuje koordinacijskom aktivnošću svih dionika.

V. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

1. Nesporan je još uvijek veliki značaj proizvodnje tekstila i odjeće u Republici Hrvatskoj
2. Hrvatska je u usporedbi s Europom zakasnila sa strukturnim prilagođavanjem
3. Neprovođenje usvojene Strategije tekstilne i odjevne industrije, dodatno je pogoršalo stanje u djelatnosti
4. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku u proizvodnji tekstila i odjeće u Republici Hrvatskoj u prvih je devet mjeseci godine 2009. izgubljeno čak 3.759 radnih mjesta, a s projekcijom očekivanoga dodatnoga smanjenja broja zaposlenih, taj se broj do kraja godine povećava na 4.842 izgubljena radna mjesta
5. Procijenjene vrijednosti izravnih i neizravnih troškova nastalih smanjenjem proizvodnje i zaposlenosti u djelatnosti proizvodnje tekstila i odjeće u godini 2009. iznose 358 milijuna HRK
6. Analizirana nepovoljna kretanja i procjene gubitaka rezultat su četiri ključna čimbenika, a to su:
 - Nepotpuno provođenje Strategije tekstilne i odjevne industrije
 - Nepridržavanje kriterija za dodjelu državnih potpora
 - Nepredvidivi učinci recesijskih neprilika
 - Neusklađenost djelovanja dionika u primjeni Strategije
7. Komplementarno Strategiji izrađena je i «Metodologiju, kriterije i model odabira razvojnih programa za financiranje u hrvatskoj tekstilnoj industriji u razdoblju 2008.-2012.», Ekonomski institut, Zagreb, lipanj 2008. [2], ali nije primijenjena.
8. U razdoblju je 2008. – 2012. bilo planirano u razvojne programe ukupno uložiti 1,68 milijardi HRK. No, već je u godini 2008. dodijeljeno 46,9 milijuna državnih potpora manje nego što je planirano, a u godini 2009. to je smanjenje bilo za visokih 91,35 milijuna HRK.
9. Tome treba pridodati činjenicu da su izostali krediti pod povoljnim uvjetima u iznosu od 224,5 milijuna HRK u godini 2008. i 272,85 milijuna HRK u godini 2009. zaključuje se da je ukupno u godini 2008. uloženo u programe restrukturiranja djelatnosti proizvodnje tekstila i odjeće manje od planiranog za 271,4 milijuna HRK, a u godini 2009. je uloženo manje od planiranog 364,2 milijuna HRK, ili ukupno za obje godine 635,6 milijuna HRK
10. Djelatnost proizvodnje tekstila i odjeće na dolazak recesijskih neprilika dočekala izrazito nespremna. Pri odlučivanju o veličini državnih potpora i jamstava za pomoć toj djelatnosti valja voditi računa o navedenoj činjenici.
11. Izmijenjene prilike u okružju zahtijevaju odgovarajuće prilagodbe, pa se utvrđuju sljedeći ciljevi:
 - Zadržavanje stupnja zaposlenosti i broja zaposlenih
 - Povrat udjela izvoza u ukupnim prihodima
 - Smanjenje proračunskih rashoda za nezaposlene
 - Smanjenje izravnih troškova otpremnina i drugih «oportunitetnih» troškova
 - Kadrovsko restrukturiranje specifične strukture zaposlenih – žena, zaposlenika starije i srednje dobi i nižega obrazovanja
12. U skladu s ciljevima i polazeći od Strategije, u godini 2010. se valja usmjeriti na sljedeće programe prilagođene izmijenjenim prilikama u okružju, a to su:
 - Očuvanje zaposlenosti
 - Dugoročno financiranje trajnih obrtnih sredstava i održanje likvidnosti
 - Razvitak zajedničke distribucije na domaćem i inozemnom tržištu
 - Akvizicije u procesima okrupnjavanja i zajednički programi umreženja poduzetnika na regionalnoj i međuregionalnoj razini
 - Tehnološko-tehnička obnova izvozno usmjerene proizvodnje.
13. Programima valja prilagoditi i kriterije odabira programa i projekata
14. S obzirom na recesijske neprilike i prethodno prilagođene ciljeve za djelatnost proizvodnje tekstila i odjeće, u prilagođenoj metodologiji treba značajno povećati ponder sljedećih pokazatelja:
 - pokazatelja zaposlenosti
 - pokazatelja tržišno-financijske opravdanosti i u tome osobito likvidnost poslovanja i vrijednost izvoza
 - pokazatelja regionalnih učinaka.

15. Odabir tih pokazatelja i povećanje njihovih pondera osnove su antirecesijske politike uz primjenu Strategije za djelatnost proizvodnje tekstila i odjeće.
16. Razrađen je koncept Interventnog industrijskog fonda – IIF kao odgovor na recesijska kretanja u proizvodnji tekstila i odjeće, ali i kao koncept za prerađivačku industriju u cjelini
17. U financiranju se Interventnog industrijskog fonda – IIF ističu dvije moguće inačice:
 - Zadržavanje ionako ograničenih proračunskih sredstava u Državnom proračunu za potrebe državnih intervencija i davanje samo državnoga jamstva za sredstva banaka s kojima se formira Interventni industrijski fond – IIF
 - Formiranje kreditnih linija s bankarskim sredstvima u Interventnom industrijskom fondu – IIF na osnovi jamstva države ili nekoga drugoga kolaterala.
18. Za 2009. godinu kao interventna mjera za očuvanje zaposlenosti je potrebno osigurati minimalno iznos koji nije realiziran u potporama za 2008 i 2009, tj. 138,25 mil kn
19. Kao okvirni iznos potrebnih sredstava za djelatnost proizvodnje tekstila i odjeće u godini 2010. predviđa se 487,5 milijuna HRK, što je zapravo iznos procijenjenih izravnih i neizravnih troškova gubitka 5.000 radnih mjesta
20. Ovisno o odabranoj inačici organizacije Interventnog industrijskog fonda – IIF i iznosima sredstava u kreditnim linijama, ukupni se iznos angažiranih proračunskih sredstava procjenjuje u godini 2010. na 150 milijuna HRK.

5. Zaključak

Status provedbe Strategije tekstilne i odjevne industrije nije zadovoljavajući i situacija u sektoru dodatno je pogoršana globalnom krizom. Procjena broja gubitka zaposlenih u 2009. godini je oko 5.000 radnih mjesta. Procijenjene vrijednosti izravnih i neizravnih troškova nastalih smanjenjem proizvodnje i zaposlenosti u djelatnosti proizvodnje tekstila i odjeće u godini 2009. procjenjuju se na 358 milijuna kn.

Izmijenjene prilike u okružju zahtijevaju odgovarajuće prilagodbe s usmjerenjem na: [3]

- Zadržavanje stupnja zaposlenosti i broja zaposlenih
- Povrat udjela izvoza u ukupnim prihodima
- Smanjenje proračunskih rashoda za nezaposlene
- Smanjenje izravnih troškova otpremnina i drugih «oportunitetnih» troškova
- Kadrovsko restrukturiranje specifične strukture zaposlenih – žena, zaposlenika starije i srednje dobi i nižega obrazovanja.

Za opstanak najvećeg dijela tekstilne i odjevne industrije je potrebno provođenje Strategije sektora u cijelosti, prilagodba Strategije recesijskim neprilikama i posebne interventne, antirecesijske mjere. Institucionalna podrška u tome nužan je preduvjet za njihovo provođenje. Institucionalna podrška je važna za sve segmente: koordinaciju provedbe strategije, financijsku podršku, referentne zakonske dokumente, poticanje na povezivanje gospodarskih subjekata kao ponuđača javne nabave itd.

Na sastanku predstavnika vlade, sindikata i poslodavaca 30.11.2009. dogovoreno je osnivanje zajedničkog vijeća s ciljem pripreme izmjena strategije razvoja i operativnog provedbenog plana te se, u tom smjeru, očekuje i konkretizacija aktivnosti.

Literatura

- [1] Ekonomski institut Zagreb: *Razvojna strategija hrvatske industrije tekstila i odjevnih predmeta za razdoblje 2008.-2015., Operativni program*, (rujan, 2007)
- [2] Ekonomski institut Zagreb: *Metodologija, kriteriji i model odabira razvojnih programa za financiranje u hrvatskoj tekstilnoj industriji u razdoblju 2008.-2012.* (lipanj, 2008)
- [3] HARTI: *Prilagodba sustava i politike državnih potpora u recesijskim uvjetima za djelatnost proizvodnje tekstila i odjeće*, (studenj, 2009)

VRSTE I NAČINI TRANSFERA TEHNOLOGIJE

TYPES AND WAYS OF TECHNOLOGY TRANSFER

Neda MATIJEVIĆ

Sažetak: *Temeljem današnjeg razvoja tehnologije u području informatike i njezine svestrane primjene: e-trgovina, internet te globalna prisutnost u trenutku otvaranja web stranice, ubrzavaju se nastojanja gospodarstva u potrazi za novim znanjima i tehnološkim unapređenjima. Prikazani su različiti modeli transfera tehnologija te cjelovit postupak licenciranja, od donošenja odluke za pribavljanje „odgovarajuće, primjerene tehnologije“, preko traženja, evaluacije i odabira tehnologije i same strategije pregovaranja. Također je opisan win-win princip i važnost utvrđivanja alternativnih tehnologija tzv. BATNA (Best alternative to a negotiated agreement)). Na kraju su nabrojani najvažniji činitelji uspjeha kod transfera tehnologija kroz ispunjavanje očekivanja davatelja i stjecatelja tehnologija. Prijedlog Visoke Europske grupe za tekstil i odjeću da „tekstilna i odjevna industrija u kooperaciji s institutima i fakultetima treba poboljšati koordinaciju postojećih struktura u cilju poboljšavanja proizvodnje izbjegavajući fragmentaciju, a novim tehnologijama ostvariti istraživačke napore u cilju razvoja novih proizvoda“, predstavlja temelj zbližavanja akademske zajednice i industrije u cilju unapređenja razvoja tih industrija. Kreativnost i stvaranje novih proizvoda, njihova zaštita sustavom prava intelektualnog vlasništva i eksploatacija tako nastalog znanja nepresušni su izvor nastanka novih vrijednosti. Tko posjeduje znanje, taj upravlja svojim položajem na tržištu.*

Abstract: *Due to today's technology development of the information technology and its universal use: e-commerce, Internet, global presence at the moment of opening web pages, economic efforts are made faster to find new knowledge and technological improvements. Different models of technology transfer and the entire licensing process from making a decision to provide a suitable and appropriate technology over searching, evaluating, selecting the technology to negotiating strategy itself are presented. Win-win principle and significance of determining alternative technologies, the so-called BATNA (Best alternative to a negotiated agreement), are described. Finally, the most important success factors in transfer technology through fulfilling the expectations of the technology provider and the acquirer are enumerated. The proposal of the European High Level Group for Textiles and Clothing that "the textile and clothing industry in cooperation with institutes and faculties should improve the coordination of the existing structures in order to improve the production and to avoid fragmentation and by using new technologies to implement research efforts with the aim of developing new products", forms the basis for bringing together the academic society and the industry for the sake of improving the development of new industries. Creativity and creation of new products, their markets by means of the system of intellectual property law and exploitations of the knowledge acquired are an inexhaustible source of new values. The people who possess knowledge manage their market position.*

Ključne riječi: *transfer tehnologije, licenca, win-win princip, primjerena tehnologija, know-how, poslovna tajna, BATNA*

Keywords: *technology transfer, license, win-win, suitable technology, know-how, trade secret, BATNA*

1. Uvod

Današnji razvoj tehnologije u području informatike i njezine svestrane primjene: e-trgovina, internet te globalna prisutnost u trenutku otvaranja web stranice, ubrzava nastojanja gospodarstva u potrazi za novim znanjima i tehnološkim unapređenjima. Isto tako, ubrzani razvoj novih tehnologija posljednjih pedesetak godina znatno mijenja područje primjene zakonodavstva vezanog uz autorsko pravo te se primjena zakona o autorskom pravu širi s umjetničkih, književnih i glazbenih djela na znanstvena i druga stvaralačka djela te baze podataka [1].

Tehnologija je skup znanja u obliku autorskih prava, patentiranih izuma i/ili nepatentiranih tehničkih i poslovnih unapređenja (know-how), znanstvenih i proizvodnih specijalističkih znanja koja podupiru proizvođača u postizanju uspjeha i konkurentnosti na tržištu.

Vlasnik tehnologije svoja znanja i vještine koristi sam, nudi drugima na korištenje uz određenu naknadu ili investira u proizvodnju u inozemstvu. Ako se tehnologija prenosi ili se prodaje, ona postaje "robom" čije su temeljne značajke:

- Intelektualni karakter
- Trajnost
- Kumulativni karakter
- Transnacionalni karakter
- Jednostavan i lagani prijenos

Tehnologija kao “roba” ima svoju cijenu, uvjete pod kojima se pribavlja i načine na koje se koristi. Vrijednost tehnologije raste kada se njezinim korištenjem pokreću nove gospodarske aktivnosti. Tehnološki razvoj potiče potražnju za novim proizvodima i stalnu potrebu za poboljšanjem konkretnog položaja proizvođača na tržištu.

Posebna priroda tehnologije kao “robe” velikim dijelom utječe na karakteristike sveukupnog tržišta tehnologija [2] i njezina prijenosa u obliku strojeva, opreme, kapitala i stručnjaka. Prijenos tehnologija najčešće se obavlja sklapanjem licencnih ugovora.

Svaka tvrtka svojim strateškim planiranjem utvrđuje svoje potrebe za tehnologijama i dogovara uvjete i načine kojima će zadovoljavati svoje potrebe, odnosno hoće li razvijati tehnologiju u kući (in-house) ili će ju pribaviti izvana.

Za tranzicijske zemlje, odnosno zemlje koje prelaze na tržišno gospodarstvo kao što je Republika Hrvatska, pribavljanje tuđih tehnologija višestruko je koristan postupak, jer se na taj način ubrzava gospodarski razvitak, kako na mikro, tako i na makro-gospodarskoj razini, ponajprije stoga što:

- Kupnjom novih strojeva i uređaja **raste produktivnost u fizičkom smislu**. Nadalje, dodaju li se tehničke usluge i know-how i sve to uredi licencnim ugovorom, mogućnost postizanja konkurentske sposobnosti veća je i brža.
- Pribavljanjem tehnologije brže **raste zaposlenost**. Tehničke sposobnosti i radne vještine pomažu jačanju lokalnog poduzetništva.
- Pribavljanjem tehnologije dolazi i do **suštinskog rasta produktivnosti** tako da raste volumen outputa dok istovremeno volumen inputa ostaje isti, ili volumen inputa pada dok output ostaje isti.

Međutim, temeljni razlog pribavljanja tehnologije nije samo povećanje produktivnosti ni kratkoročno korištenje pojedine tehnologije. Stvarni izazov je dugoročna karakter, a njegova temeljna svrha je postizanje promjene u pristupu poslovanja. Za zemlje koje se okreću tržišnom gospodarstvu pribavljanje tuđih tehnologija najbrži je put razvoja i smanjivanja postojećeg jaza.

Direktna strana ulaganja (FDI – Foreign Direct Investment) otvaraju nove mogućnosti u industriji, jer se ulaganjem u strojeve prenose i prava intelektualnog vlasništva i know-how.

Transfer tehnologije može također poboljšati konkurentsku sposobnost kompanija na globalnom tržištu ako se kroz učenje i asimilaciju primjenjuje na domaće tehnološke snage uzajamno i djelotvorno.

2. Klasični načini transfera tehnologije

Transfer tehnologije odvija se na različite načine, prelazeći nacionalne i organizacijske granice. Ako tvrtka želi iskoristiti svoje **tehnološke prednosti**, može to učiniti na sljedeće načine:

- izvozom svojih proizvoda,
- prodajom know-how,
- investiranjem u proizvodnju u inozemstvu.

Kompanija koja traži određenu tehnologiju u inozemstvu ima sličan izbor mogućnosti i može uvoziti robe, pribaviti tehnologiju ili privući investitore. Odabir odluke na koji način doći do nove tehnologije ovisi u prvom redu o vrsti i značaju tehnologije, tehnološkoj razini, konkurentskoj strategiji kompanije i o cjelovitom okruženju (uključivo i vladine politike), kao i o sposobnostima i željama vlasnika tehnologije.

Glavni oblici transfera tehnologije u zemljama u tranziciji još uvijek se provode kroz uvoz kapitalnih roba, direktna strana ulaganja (FDI), licencne ugovore, zajednička ulaganja (Joint venture), franšizu te ugovore o tehničkoj pomoći (Technical assistance). Ključ u ruke i međunarodno podugovaranje koriste se u zemljama u razvoju. Pojedine transakcije u praksi često uključuju više načina transfera tehnologije.

2.1 Uvoz kapitalnih roba

Uvoz kapitalnih roba predstavlja određeni oblik transfera tehnologije u onim slučajevima kada je uz strojeve pribavljen i pripadajući know-how.

2.2 Direktna strana ulaganja (FDI)

Direktna strana ulaganja (FDI) temeljena su na investiranju u postojeće kompanije ili u otvaranje novih. Ulađač ima potpunu kontrolu aktivnosti društva kao većinski vlasnik ili preko dioničkog udjela pod određenim dogovorenim uvjetima.

Stranim ulaganjem dolazi i do prijenosa tehnologije kao dijela cijelog paketa koji može uključiti kapitalna dobra, prava intelektualnog vlasništva ili tajni know-how.

Uz navedene načine stranih ulaganja, danas se u praksi koriste novi modeli a uključuju razmjenu stručnjaka i suradnju u području tehnoloških inovacija i razmjenu tehnologija (cross licensing).

2.3 Zajednička ulaganja (Joint venture)

Kroz ugovor o zajedničkim ulaganjima (Joint venture) vlasnik tehnologije prihvaća da dijeli rizik investicije uložene u jednu ili više lokalnih privatnih ili državnih kompanija, dijeli s njima dionički kapital, kontrolu i profit posla. Značajke transfera tehnologije kod ugovora o zajedničkom ulaganju isti su kao i kod direktnih stranih ulaganja, a odnosi među stranama uređuju se ugovorom.

2.4 Franšiza

Ugovor o franšizi može se smatrati posebnom vrstom ugovora o licenci, gdje se najčešće prenosi pravo korištenja trgovačkog žiga (brand) zajedno s uslugom tehničke pomoći, školovanja, know-how, show-how, a zauzvrat vlasnik dobiva određenu naknadu.

2.5 Ugovor o tehničkoj pomoći (uslugama)

Tehničke informacije iz dokumentacije koju stjecatelj licence dobiva često nisu dovoljne za učinkovitu primjenu pribavljene tehnologije, posebno kada se radi o kompleksnim visokim tehnologijama (high-tech). U tom slučaju vlasnik tehnologije pruža mogućnost školovanja i prenošenja vještina (tzv. show-how) stjecatelju licence, a zauzvrat dobiva dogovorenu naknadu.

2.6 Međunarodno podugovaranje

Međunarodno podugovaranje obuhvaća ugovaranje proizvodnje pojedinih komponenti ili sklapanje gotovih proizvoda prema tehnologiji naručitelja i s njegovim sirovinama. U tu svrhu vlasnik tehnologije daje svoje specifikacije, proizvodni know-how, a ponekad se koristi i njegova oprema.

2.7 Ključ u ruke

Kod ugovora ključ u ruke izvođač preuzima odgovornost za realizaciju proizvodnog sustava ili kompleksa. U tu svrhu potpisuje se opsežan ugovor «ključ u ruke», koji obuhvaća izradu studije izvodljivosti (feasibility study) i izradu projektne dokumentacije za pribavljenu tehnologiju, konstrukciju i izvođenje radova, sve do početka proizvodnje. Ugovor ključ u ruke može sadržavati i marketing proizvoda kako bi se pomoglo u inicijalnoj fazi izlaska na tržište.

2.8 Licenciranje

Licenciranje predstavlja najčešći oblik transfera tehnologije, tako da se licencnim ugovorom uređuju prava i obveze korištenja tehnologije u obliku patenta, žiga, industrijskog dizajna i autorskog prava, poslovne tajne i know-how. U zamjenu vlasnik tehnologije dobiva ugovorenu naknadu koja može biti jednokratna i/ili višekratna naknada (royalty), može preuzeti dionice koje predstavljaju kapitalizaciju tehnologije ili kompenzacijsko poslovanje (danas se 30% svjetske trgovine temelji na kompenzacijskim poslovima).

Licenca u osnovi znači dozvola. Danas se međutim pod licencom podrazumijeva široki spektar ugovora koji se odnose na prodaju ili davanje na korištenje specijalističkog znanja u industriji i poslovanju uopće, pod određenim uvjetima i uz određenu naknadu. Takvo "specijalističko znanje" općenito se naziva "know-how"; može biti tajno, a može se i patentirati.

Licencnim ugovorom uređuju se najčešće uvjeti za:

- proizvodnju licenciranog proizvoda i korištenje tehnologije
- trgovanje proizvodom iz pribavljene tehnologije
- primjenjivanje proizvoda iz pribavljene tehnologije.

Transfer tehnologije uvijek se uređuje ugovorom koji treba biti u pisanom obliku. Ugovori o transferu tehnologije [3] trebaju sadržavati sljedeće glavne točke:

- opis tehnologije i popis dokumentacije,
- način prijenosa tehnologije i tehničke pomoći,
- vrstu licence za korištenje tehnologije i stupanj ovlaštenja,
- visinu naknade, način i rokove plaćanja,
- garanciju vlasnika tehnologije da je tehnologija prenesena u cijelosti i kvalitetno,
- načine i uvjete prijenosa poboljšanja nastalih za vrijeme ugovornog odnosa,
- opće odredbe.

Tablica 1: Bruto domaći izdaci za istraživanje i razvoj u poslovnim sektoru prema posebno grupiranim djelatnostima [4]

Poslovni sektori	Bruto domaći izdaci	Bruto investicije	Tekući izdaci u tis. kuna		
			Ukupno	Bruto plaće	Materijalni troškovi
Ukupno	1 037 832	259 419	778 413	454 471	323 942
Poljoprivreda, lov, šumarstvo i ribarstvo (01, 02, 05)	34 410	3 969	30 441	23 066	7 375
Proizvodnja hrane i pića (15)	29 813	630	29 183	22 803	6 380
Proizvodnja duhanskih proizvoda (16)	657	-	657	563	94
Proizvodnja odjeće i rublja; dorada i bojenje krzna (18)	1 032	898	134	62	72
Proizvodnja naftnih derivata (23.2)	23 428	8 025	15 403	11 064	4 339
Proizvodnja kemikalija, kemijskih proizvoda i umjetnih vlakana, osim za medicinske svrhe (24, osim 24.4)	10 866	28	10 838	8 243	2 595

Klasični načini transfera tehnologije pogodni su za industrijske djelatnosti koje su relativno malo ulagale u istraživanje i razvoj kao primjerice „Proizvodnja odjeće i rublja; dorada i bojenje krzna“. Iz podataka prikazanih u tablici 1 vidljivo je da su bruto domaći izdaci u 2007. godini iznosili 1.032.000,00 kn, što predstavlja samo 0,1% ukupnih bruto domaćih izdataka za istraživanje i razvoj u cijelom poslovnom sektoru.

Suradnja hrvatskih tvrtki tekstilno-odjevne djelatnosti s tvrtkama koje raspolažu naprednijim tehnologijama i marketinškim položajem na tržištu pomaže u procesu učenja, prilagodbe i razvoja navedene djelatnosti. Istovremenim ulaganjem u R&D pojedini industrijski subjekti podižu vlastitu tehnološku razinu koju mnogostruko povećavaju u suradnji sa znanstvenim i razvojnim institucijama u zemlji i inozemstvu.

Suradnja između sveučilišta i industrije u Hrvatskoj predstavlja mogući izlaz iz teške ekonomske situacije u kojoj su se našle gotovo sve zemlje članice Europske unije. Razvoj treba biti zasnovan na tehnološkom razvoju koji pretpostavlja primjenu vlastitog znanja i istraživačkih potencijala, uslijed čega će doći do nove proizvodnje zasnovane na znanju. Taj sustav vrednuje inovacije i funkcionira interaktivno između akademskih istraživanja, industrijskog razvoja i potpore države. Samo one tvrtke koje mogu proizvodnju okrenuti na način da se zasniva na istraživanju, mogu opstati na vrlo zahtjevnom tržištu [5].

3. Moderni načini transfera tehnologije

Poslovanje se danas u svijetu odvija u jako zahtjevnim i natjecateljskim uvjetima. Brzina protoka ideja i razmjena znanja, kao i lakši i jeftiniji prijevoz ljudi i roba, a posebno lagan i brz protok informacija, te liberalizacija međunarodne trgovine uvjetuju revolucionarne promjene u načinu poslovanja i stvaranju novih poslovnih modela. Zahvaljujući mogućnostima novih informacijskih i komunikacijskih tehnologija, poslovno okruženje je temeljeno na takmičenju i suparništvu više nego ikada dosad.

U tom okruženju nije lako preživjeti, a još teže je biti i ostati konkurentan. Ostaju samo oni koji znaju uspješno upravljati i kontrolirati rizike i nesigurnosti. Temeljni preduvjet opstanka je razumijevanje potreba i

interesa kupaca, zatim proizvesti kreativan / novi proizvod i najzad osvojiti tržište, po mogućnosti prije konkurencije.

Tradicionalni načini trgovanja relativno su skupi jer su ulaganja u prostor, infrastrukturu, uposlenike, prateću opremu itd. vrlo visoka. Trgovanje preko interneta ili internet trgovina (electronic commerce, elektronička trgovina) omogućuje internet posjetitelju (kupcu) naručivanje proizvoda od kuće u bilo koje doba dana 24 sata na dan. Nisu potrebne prostorije, osnivanje virtualne kompanije je brzo, jednostavno i jeftino, registracijom domene na internetu istog je trenutka otvoreno tržište cijelog svijeta.

Pojava novog uspješnog proizvoda, prihvaćenog od kupaca, na tržištu izaziva konkurenciju da brzo ponudi sličan ili isti proizvod, po mogućnosti po nešto nižoj cijeni, jer sam ionako nije mnogo uložio u pripreme proizvoda za tržište. Takve osobe koje koriste tuđe znanje i informacije u tržišnoj konkurenciji nazivaju se slobodnim jahačima («free riders»). Često u takvim situacijama izumitelj uspješnog proizvoda gubi tržište i propada a da čak nije vratio uloženo u razvoj svog kreativnog proizvoda. Koristeći sustav zaštite prava intelektualnog vlasništva, izumitelj se osigurava od imitacije i kopiranja od strane konkurenata te pribavlja sebi ekskluzivno pravo korištenja izuma, dizajna, branda, umjetničkog ili književnog djela i druge nematerijalne imovine. Može se stoga kazati da sustav zaštite prava intelektualnog vlasništva pretvara nematerijalna prava u «malo više materijalna», stvarajući od njih ekskluzivnu imovinu.

Tehnološke inovacije danas su najveći pokretač gospodarskog rasta. Preoblikovanja su se dogodila u svim segmentima društva – od komunikacija preko transporta i gospodarstva, zdravlja i slobodnih aktivnosti. Međunarodna suradnja u području tehnoloških inovacija i razmjena tehnologija zbližava stručnjake različitih profila u rješavanju globalnih izazova i potreba. Prihvaćanjem i poticanjem novih modela transfera tehnologije, primjerice „open source“ i „open innovation“, napredna društva i poslovni subjekti ostvaruju maksimalne koristi.

3.1 „Open source“ softver

Izraz "open source" (u prijevodu otvoreni izvorni kod ili otvoreni kod) odnosi se na pristup izvornom kodu softvera i često se koristi kao sinonim za slobodni softver. To nije u cijelosti točno, međutim razlike između te dvije kategorije su male: gotovo svi slobodni softveri su besplatni, i gotovo svi „open source“ softveri su također besplatni uz uvjet sklapanja licencnog ugovora [6] „Open source“ softver opisuje okružje koje stvara nova autorska prava, licence, imena domena i nove načine korištenja. Model „open source“ uključuje koncept konkurentnosti ali s različitim pristupom proizvodnji od kompanija koje proizvode komercijalni software. Glavni princip i praksa razvoja „open source“ softvera je u suradnji na proizvodu koji poslije postaje javno dobro i mogu ga slobodno koristiti svi zainteresirani. U praksi je danas u primjeni najviše u području biotehnologije.

3.2 „Open innovation“

„Open innovation“ je otvoreni model inovacija koji podrazumijeva holistički pristup unapređivanja poslovanja, od korištenje ideja nastalih u kompaniji jednako kao i ideja nastalih izvan kompanije u području tehnologije i tržišta te suradnički odnos svih uključenih strana, od dobavljača sirovina, proizvođača, distributera i kupaca, sve u cilju unapređenja tehnologije. Diljem svijeta javljaju se nove uslužne tvrtke kao posrednici u „open innovation“ modelu [7]. Ušli smo u eru gospodarstva znanja. Mudrim upravljanjem znanjem, kompanija upravlja svojim položajem na tržištu i svojom ulogom u društvu. Drugim riječima, kompanija postaje konkurentnija, a njezin intelektualni kapital postaje efikasniji. Na taj način raste i efikasnost nacionalnog intelektualnog kapitala – valute 21. stoljeća [8].

4. Analiza prednosti i nedostataka pribavljanja tehnologije

Potencijalni stjecatelj tehnologije treba pažljivo analizirati prednosti i nedostatke pribavljanja tehnologije, odnosno "licenciranja".

4.1 Prednosti pribavljanja tehnologije

Moguće prednosti licenciranja tehnologije su:

- Licenciranje može biti najbrži i najjeftiniji način jačanja konkurentskog položaja kompanije, proširenja poslovanja, ulaska u novo tržište s novim i/ili poboljšanim proizvodom ili smanjenja troškova postojećih postupaka.

- Na taj način izbjegavaju se visoki troškovi istraživanja i razvoja (R&D), često dugi period vremena da proizvod postane komercijalan te veliki rizik od loše procjene tržišta i/ili visokih troškova redizajna, jer je licencirana tehnologija ispitana u praksi.
- Licenca također može značiti dodatnu isključivu i/ili neisključivu zaštitu, tehničku, proizvodnu i marketinšku pomoć; školovanje; poboljšanja licenciranih proizvoda, ako su uključena licencnim ugovorom, itd.

4.2 Nedostaci pribavljanja tuđe tehnologije

Postoji također nekoliko mogućih nedostataka kod pribavljanja tehnologije, primjerice:

- Pribavljanje tehnologije od poznatog i uvaženog proizvođača nije istovremeno i jamstvo uspjeha. Vlasnik licence treba poznavati i način kojim se tehnologija prenosi, od dokumentacije do postupka pregovaranja da zadovolji potrebe stjecatelja. Stjecatelj isto tako treba osigurati potrebnu stručnu radnu snagu, kapital, mogućnost prodaje i sveobuhvatnu ekspertizu koja jamči uspjeh u pribavljanju tehnologije.
- Patentni se mogu kršiti i zastarijevaju. Pažljivo procjenjivanje patenata nije jamstvo uspjeha, a nepredviđena konkurencija predstavlja uvijek rizik.
- Sama činjenica da postoji patent nije nužno znak tehnološke prevlasti (superiornosti). Ipak, to pomaže u pribavljanju posljednje generacije određene tehnologije; one koju može koristiti i vlasnik licence. Ujedno pomaže i u dobivanju svih poboljšanja, ako je regulirano ugovorom o licenci, a to znači da je tehnologija i nadalje vodeća.
- Stjecatelj licence koji nabavlja sirovine od vlasnika tehnologije i ovisan je o njemu, može biti oštećen ako iz nekog razloga isporuka sirovine zakaže, primjerice u slučaju štrajka, nestašice ili drugih problema u zemlji vlasnika licence.
- Pod određenim uvjetima, licencni ugovor, koji uređuje transfer tehnologije, može se otkazati, što može biti jako štetno za stjecatelja licence.
- Prijenos "tajnih" tehnologija nepovoljno je ne samo za zemlje u tranziciji, već i za ostale zemlje. Nedostatak znanja o tehnologiji, kao i vještine i iskustva u navedenoj djelatnosti, stavlja stjecatelja licence u nepovoljan položaj, nasuprot vlasnikovoj tehnološkoj nadmoćnosti kao monopoliste, pa stjecatelj često plaća skrivene troškove i potpisuje ugovor s nepovoljnim uvjetima. Stoga, precijenjena i preplaćena tehnologija, s nepovoljnim ugovornim uvjetima, može negativno djelovati ne samo nedostatnom učinkovitosti i profitabilnosti kompanije stjecatelja licence, već i na gospodarstvo cijele zemlje.

4.3 Pribavljanje primjerene tehnologije

Termin odgovarajuća, odnosno primjerena tehnologija, često se koristio u pregovorima između razvijenih zemalja, tranzicijskih i zemalja u razvoju i predstavljao je tehnologiju koja zadovoljava uvjete i potrebe stjecatelja licence, dakle primjerena je njemu i njegovim potrebama i mogućnostima, obuhvaća niske troškove investicije, jednostavnu organizacijsku strukturu, mogućnosti zapošljavanja i štedljivo korištenje prirodnih bogatstava. Jedan od istaknutih primjera jačanja gospodarstva cijele zemlje, temeljenog na transferu tehnologije, japanski je uspjeh temeljen na sposobnosti apsorpcije, adaptacije i poboljšanja stranih tehnologija. Na organiziran i discipliniran način Japanci su integrirali takve pribavljene (licensed-in) tehnologije u svoj proces učenja i industrijskog razvoja. Istovremeno su ulagali u R&D prilagodbe. Tako su 1/3 sredstava za R&D ulagali u adaptaciju uvezenih tehnologija proizvodnim mogućnostima i potrebama. U suradnji s visokoškolskim ustanovama tehnološki know-how brzo napreduje, tako da već sredinom 60-tih godina prošlog stoljeća japanski stjecatelji stranih licenci stvaraju svoje tehnologije temeljene na prilagodbi i poboljšanju stranih, uvezenih tehnologija usklađenih s lokalnim potrebama i zahtjevima tržišta. Danas je to druga svjetska gospodarska sila koja je u 2001. godini izvezla 15067 tehnologija, a uvezla 6445 novih tehnologija u Japan. Dakle, izvoz japanskih tehnologija u odnosu na uvoz stranih tehnologija je 234% [9].

Stoga u novije vrijeme zemlje u tranziciji također odabiru tehnologije koje su prilagođene njihovim razvojnim planovima, tehnološkim mogućnostima korištenja i izvorima financiranja. Kompanije novu tehnologiju procjenjuju prema svojim potrebama i tehnološkim mogućnostima korištenja, počevši od raspoložive radne snage, sirovina, kapitala i pogona u kojem bi se pribavljena tehnologija instalirala. Isto tako je nužno istražiti potrebe i zahtjeve tržišta za određenim proizvodom.

Kod traženja, procjene i odabira primjerene tehnologije kompanije mogu koristiti mnoge izvore informacija. Zahvaljujući internetu, sve su prepreke na koje su nailazile zemlje u razvoju kod sakupljanja i učinkovitog korištenja informacija ukinute, tako da su danas svima dostupne. Ipak, usprkos mnogim izvorima industrijskih i tehnoloških informacija, često ljudi kojima one trebaju ne znaju uopće da postoje ili ne znaju kako ih pronaći. Pomoć pri odabiru tehnologija pametne kompanije ostvaruju u suradnji s fakultetima i istraživačkim

institutima. Zajedničko pretraživanje raspoloživih stručnih informacija iz različitih izvora rezultira bržim i kvalitetnijim razvojem novih proizvoda. Budući da fakulteti i istraživački instituti već posjeduju velike baze podataka tehnologija i patentnih informacija, članovi su mnogih strukovnih i poslovnih udruženja, sudjeluju u njihovom radu te većinom imaju iskustava u transferu tehnologija i sklapanja licencnih ugovora u svojoj grani, tvrtke sve više traže pomoć i suradnju s fakultetima. Nadalje, mogućnosti korištenja predpristupnih fondova EU samostalno za tvrtke je nemoguće zbog nedostatka stručnih resursa te se i u tom segmentu industrija okreće fakultetima i razvojnim institucijama.

5. Provođenje postupka licenciranja ili pribavljanja tehnologije

Licenciranje, odnosno pribavljanje tehnologije, organizirani je postupak stjecanja nove tehnologije. Činitelji uspjeha kod pribavljanja tehnologije su kvalitetne pripreme koje se sastoje od sljedećih sastavnica: faze planiranja i utvrđivanja ciljeva, traženja alternative ugovoru koji se sklapa (BATNA), određivanje pregovaračkog tima i glavnog pregovarača, provjere prednosti i nedostataka pribavljanja tehnologije, lokacije odgovarajuće, primjerene tehnologije, utvrđivanje troškova licenciranja, ispitivanja financijskih izvora, razvoja strategije pregovaranja, pripreme kontrolne liste pitanja i potpisivanje licencnog ugovora.

5.1 Faza planiranja i utvrđivanje ciljeva

Prije početka pregovaranja potrebno je planirati sve aktivnosti. Želimo li sklopiti uspješan licencni ugovor, bilo bi korisno već u fazi planiranja poduzeti sljedeće korake:

- Definiranje ciljeva koje kompanija želi ostvariti. To je prvo i najvažnije pravilo uspješnog sklapanja kvalitetnog posla. Stranke često započinju pregovore a da nisu jasno definirali način i oblik ugovornog odnosa koji žele ostvariti. To može dovesti do nejasnoće, nerazumijevanja te čak nepovjerenja i nepoštenja u postupku pregovaranja. Da bi postupak pregovaranja napredovao pravilno, korisno je izraditi kontrolnu listu pitanja unutar kompanije i detaljno prodiskutirati svaku stavku, bila ona tehničke, financijske ili pravne naravi.
- Utvrditi alternative ugovoru koji se sklapa. Strategija pregovaranja može se bitno poboljšati već i onda kada imamo samo jednu alternativu. To se zove tehnički BATNA, (Best Alternative to a Negotiated Agreement).
- Obratiti pozornost na dugoročne koristi ugovora i ne previše brinuti o kratkoročnim implikacijama.
- Obratiti pozornost na područja zajedničkih interesa ugovornih strana dok područja konflikata treba izbjegavati.
- Sistematizirati glavne ciljeve i odrednice zasebno kao neovisna područja. Ako se pojedino područje izbacuje iz ugovora, neće se narušiti cijeli ugovor.

5.2 Pregovarački tim za pribavljanje tehnologije

Postupak pribavljanja tehnologije vrlo je kompleksan, timski posao koji zahtijeva različite ekspertize - tehničku, zakonsku, financijsku - koje često prelaze mogućnosti same kompanije, posebno ako se radi o malim ili srednjim poduzećima (SME's). Kada se radi o malom ili srednjem poduzeću, korištenje usluge konzultanta za licenciranje vrlo je dobra investicija. Na samom početku realizacije projekta, izuzetno je važno utvrditi pregovarački tim za pribavljanje tehnologije. Pri odabiru članova tima važno je obratiti pozornost na dvije uloge koje članovi tima trebaju zadovoljiti. Prvu grupu čine članovi koji su odgovorni za funkcionalnu ekspertizu, a u drugu grupu spadaju članovi koji vode brigu o ponašanju tijekom pregovaranja. U drugoj grupi postoje tri uloge. Prva je uloga "vratara", kojemu je svojstvena jasnoća u izražavanju, znatiželjan je, ima široki krug poznanstava, svi ga vole, a on nikoga ne ugrožava. Drugi "trener-instruktor" je po struci tehnička osoba. Konačno "voditelj tima", dogovorno izabran među članovima tima, koordinira proces pregovora. Pritom ista osoba može pokrivati jednu ili više navedenih uloga. Ipak, treba naglasiti da članovi pregovaračkog tima trebaju biti iz područja tehnike, financija i prava. Stvarni pregovarački tim treba biti što je moguće manji. U slučaju da se ugovor proširuje, uvijek se tim može povećati. U praksi se često pregovarački tim sastavlja samo kao forma prije samog početka pregovora, tako da članovi tima nemaju mogućnosti proučiti predložene transakcije i provjeriti nove informacije ili se pripremiti za situacije koje će glavni pregovarač koristiti za vrijeme pregovora. Svakako treba izbjegavati sastanak pregovaračkog tima u posljednji trenutak, jer takva praksa šteti pri sklapanju kvalitetnog ugovora.

- **Glavni pregovarač - "voditelj tima"** je osoba koja potpuno razumije predmet pregovora, dovoljno je otvorena da sasluša mišljenja drugih koja su različita od njegova, zahvaljuje na argumentima i ne brani se kada mu se netko suprotstavlja. On / ona ne smije biti tašt, već siguran u sebe i ne potpadati lako pod

utjecaj drugih. Isto tako, on / ona treba imati iskustvo u poslovima pregovaranja te, povrh svega, treba biti sposoban donositi odluke kada je to potrebno.

• **Članovi tima:**

- **Stručnjak za tehniku** treba poznavati tehnologiju i razumjeti tehničke prednosti i nedostatke ponuđene tehnologije. On/ona treba također poznavati sve dostupne vrste alternativnih tehnologija ponuđenoj tehnologiji, kao i njihove cijene i uvjete stjecanja.

- **Stručnjak za troškove** treba poznavati različite vrste financijskih mehanizama, uključivo potencijalne izvore financiranja, kako domaće tako i međunarodne. On/ona također treba znati izračunati dugoročne financijske rezultate i tijekom novca vezano uz određene transakcije, ovisno o tome kako se mijenjaju uvjeti tijekom pregovora.

- **Stručnjak za pravo** treba imati iskustvo u izradi prijedloga ugovora i znanje o uvjetima i rokovima ugovora o transferu tehnologije. Često su potrebna znanja i o ugovaranju tehničkih, upravljačkih i poslovnih usluga. Uloga stručnjaka za pravo shvaćana je različito u različitim okruženjima. Neke tvrtke smatraju da je pravnim stručnjacima mjesto u drugom redu prilikom pregovora jer često smatraju njihov pristup previše dogmatskim, nekritičnim. Drugi smatraju potpuno suprotno, zaključujući da je ugovor zakonski dokument i da brigu o njemu treba voditi pravni stručnjak. Međutim, bez obzira na to igra li pravni stručnjak primarnu ili sekundarnu ulogu, njegova glavna obveza ili posao je izraditi ugovor koji je sukladan svim usmeno dogovorenim i usklađenim odredbama stranaka. On/ona treba također paziti na ugovorene uvjete i rokove koji su nepovoljni za njegovu/njezinu stranu i upozoriti glavnog pregovarača, te mora također znati otkriti suptilne odredbe koje bi mogao ispustiti stručnjak za licenciranje.

- **Poučavanje tima (team building)** - Pregovarački tim treba govoriti jednoglasno. Najčešće je voditelj pregovora ili glavni pregovarač najvažnija osoba. Ostali članovi govore samo onda kada ih on prozove da govore ili kada treba održati dinamiku ili raspoloženje u prostoru za pregovaranje.

Voditelj tima treba povremeno uključivati u razgovor sve članove tima, ali pritom održati autoritet i cjelovitost svoga tima. Iskusni pregovarači će svako nesuglasje među članovima suprotnog pregovaračkog tima iskoristiti za svoju prednost. Razumljivo je također da u vlastitom timu treba izbjegavati svako otvoreno neslaganje među članovima tima, kao i skrivena neslaganja izražavana govorom tijela ili lica. U prostoriji gdje se održavaju pregovori najvažnije je da članovi tima podržavaju atmosferu mirnoće. Također ne smiju pokazivati bilo kakvu razliku mišljenja od onoga koje iznosi glavni pregovarač. Ako predmet diskusije krene u neplaniranom smjeru, treba zamoliti glavnog pregovarača za pauzu tijekom koje se može prodiskutirati i dogovoriti prihvatljivo rješenje prije povratka u pregovaračku sobu.

5.3 Utvrđivanje troškova za pribavljanje tehnologije

Financijska sredstva za nabavku nove tehnologije je potrebno osigurati na vrijeme i u cijelosti. Prije početka pregovaranja nužno je provjeriti mogućnost financiranja projekta i uzeti u obzir uvjete koji mogu utjecati na visinu troškova pribavljanja tehnologije.

Kod pribavljanja tehnologije postoje dvije vrste troškova: direktni i indirektni. U prvu grupu svrstani su materijalni troškovi, primjerice troškovi pristojbe ili naknade (royalty) ili bilo koji drugi oblik kompenzacije. U drugoj su grupi troškovi koji su ugrađeni u restriktivne odredbe koje vlasnik tehnologije nastoji urediti ugovorom.

Kod sklapanja licencnih ugovora plaćanja se često vrše kao jednokratna ili višekratna naknada - royalty, uglavnom kao postotak od prodaje, a rjeđe kao postotak od proizvodnje ili kao kombinacija obiju.

5.4 Izvori financiranja transfera tehnologije

Nakon utvrđivanja direktnih i indirektnih troškova za licenciranje tehnologije, stjecatelj licence treba pribaviti financijska sredstva. U tu svrhu radi analizu svih mogućih izvora financiranja, primjerice: postojeći izvori financiranja, dodatni profit od licence, financijske institucije, banke za potporu razvoju i vladini izvori, poslovne udruge i partneri, cross-licenciranje, joint-venture i poslovni anđeli. Poslovni anđeli su bogati poslovni ljudi koji su uspjeli u svojim poslovnim pothvatima i žele ulagati u poslove u kojima će ostvariti još više dobiti [10].

U Republici Hrvatskoj utemeljena je mreža poslovnih anđela CRANE [11]; svima onima koji traže novac za svoje start-up projekte, jedina alternativa bankovnim kreditima ostaje povezivanje s poslovnim anđelima preko navedene mreže.

6. Strategija pregovaranja

Nakon pronalaženja odgovarajuće primjerene tehnologije, utvrđivanja troškova i nalaženja izvora financiranja, može započeti postupak pregovaranja o licenci. Uspješni transfer tehnologije događa se samo onda kada se stranke dugo poznaju i surađuju na mnogim područjima. Ako obje strane imaju "win - win" (pobjeda - pobjeda) pristup, dogovor će rezultirati kvalitetnim dugoročnim ugovorom.

U tu svrhu tijekom planiranja pregovora i postupka pregovaranja treba imati na umu sljedeće:

- Prilikom sklapanja licencnih ugovora, vrlo je važno upoznati drugu stranu kako bi se osiguralo razumijevanje njihovih argumenata i interesa. Isto je tako vrlo važno proučiti sustav intelektualnog vlasništva zemlje podrijetla tehnologije kako bi se uklonile zapreke i izbjegla iznenađenja.
- Bez obzira sklapa li se ugovor u zemlji ili na međunarodnoj razini, o drugoj strani treba saznati što više: njezinu stilu, sklonostima, dostignućima, financijskom položaju, moralu, očekivanjima od posla itd. Isto tako treba odijeliti pretpostavke od činjenica, što svakako pomaže u oblikovanju, stvaranju vlastitih ciljeva i utvrđivanju pregovaračke strategije.

6.1 Organizacija i uvjeti pregovaranja

U pripremanju sastanaka za pregovore potrebno je uzeti u obzir mnoge organizacijske perspektive koje na prvi pogled izgledaju sekundarnog značaja, jer one imaju značajan utjecaj na postignute rezultate.

a) Fizički uvjeti - Na psihološko i fizičko stanje pregovarača tijekom vođenja pregovora često utječu fizički uvjeti izvan i unutar pregovaračkih prostorija, što često djeluje na dinamiku pregovaračkog postupka. Fizičke uvjete možemo podijeliti u dvije grupe: uvjeti izvan prostora za pregovaranje i uvjeti u prostoru za pregovaranje.

- **U prvoj grupi** su okolnosti, primjerice zadovoljavajući hotelski smještaj, domaća i kvalitetna hrana i logistička podrška kao usluge tajnice i telefonske i internet usluge.
- **U prostoru za pregovaranje** važna je veličina i raspored sjedenja osoba oko pregovaračkog stola, kao i broj osoba u pojedinom pregovaračkom timu.

Ako su vanjski fizički uvjeti nezadovoljavajući ili čak neprijateljski, pregovarači se počinju osjećati neudobno i nesigurno, što može dovesti do nestrpljivosti i razdražljivosti. Takvo stanje uma otežava svako traženje kompromisnih rješenja i eventualnih dogovora. Jednako tako, premalen prostor u kojem se pregovara, kao i prevelik broj pregovarača druge strane i predugačko vrijeme pregovaranja bez odmora, dovodi do nervoze i nemira kod pregovarača, čime se gubi kvaliteta i dinamika pregovaračkog postupka.

b) Učestalost i duljina sastanaka - Nije neobično da pregovarački sastanci traju dnevno po deset i više sati. Duljina sastanaka je stvar prosudbe, no nije preporučljivo da traju tako dugo, jer ovisno o fizičkom stanju pregovarača mogu znatno utjecati na postupak pregovaranja i potpisivanja ugovora. U pravilu, sastanci bi trebali trajati osam sati, s nekoliko prekida za odmor kako bi se uklonile sve napetosti koje izazivaju takvi pregovori.

c) Neobavezni sastanci - Obzirom da pregovori traju dan, dva ili više, preporučuje se provoditi slobodno vrijeme zajedno. Na ručkovima i večerama ne treba govoriti o poslu, već voditi ležeran, neusiljen razgovor. Na taj način se održava disciplina tima i sprječava da članovi tima vode diskusije o predmetu pregovora drukčije od prije dogovorenog.

d) Vođenje pregovora - Pristupi i načini pregovaranja su različiti. Neki smatraju da je to protivnički proces i da svaka strana treba braniti svoje interese do trenutka dok se ne postigne prihvatljivo rješenje za obje strane, dok drugi vide u procesu pregovaranja najveću važnost u poštivanju obostranih interesa stranaka "win-win". Bez obzira koji se pristup odabere, postoje određeni principi i načini ponašanja koji pomažu da se postigne prihvatljiv ugovor, primjerice:

- Izradite plan pregovaranja
- Budite iskreni, zauzmite određeni stav ranije i izbjegavajte sve loše glasine.
- Korisno upotrijebite "ljudske osobine" i budite otvoreni prema osjećajima i motivima; to pojačava povjerenje.
- Izbjegavajte predstavljanja previše problema odjednom - iznesite one najvažnije.
- Odogodite teške probleme za kasnije.
- Bavite se općim problemima prije onih specifičnih.
- Usuglasite najprije suštinu, a onda dogovarajte o jeziku.
- Izbjegavajte rokove kako ih ne biste trebali kršiti.
- Često rezimirajte; to dovodi do razumijevanja.

- Argumente iznosite mirno, sigurni u njihovu logičnost, i ne uzimajte stvari osobno.
- Kod argumentiranja nemojte koristiti osobno mišljenje.
- Uvažite valjanost argumenata druge stranke, kada je to primjereno.

Rezultat pregovora u postupku licenciranja je potpisivanje pravednog ugovora s optimumom koristi za obje strane. Jasno, pregovaranje također vodi u dugoročne odnose u kojima obje strane ciljaju na maksimiziranje vlastitog profita, ali nikako na štetu druge strane. Ako se ipak desi da jedna strana poveća svoju dobit na račun druge strane i ta druga strana prihvati predložene uvjete i rokove jer joj je određena tehnologija nužno potrebna (ili ju treba licencirati), iskustvo pokazuje da ugovori sklopljeni pod tim uvjetima dovode do teškoća i problema.

7. Zaključak

Koji model transfera tehnologije je pogodan za hrvatsku tekstilnu i odjevnu industriju? S obzirom na nizak stupanj ulaganja u istraživanje i razvoj (R&D) u toj grani, također relativno nisku tehnološku infrastrukturu i zastarjelost opreme, klasični načini transfera tehnologije za srednje velike tvrtke su pogodniji u ovoj fazi razvoja. Nakon pribavljanja, adaptacije i prilagodbe i asimilacije strane tehnologije testirane na tržištu, može se ulaganjem u ljudske resurse planirati vlastiti razvoj tehnologije.

S druge strane, strateški i institucionalni pristup razvoju malog i srednjeg poduzetništva i modernog transfera tehnologija, uz korištenje znanja na fakultetima i razvojnim institutima, modelom otvorenih inovacija (open innovation) pretpostavka su bržeg jačanja konkurentske sposobnosti hrvatskog gospodarstva. Stoga se poticanje malog i srednjeg poduzetništva provodi već nekoliko godina, uz uvođenje standarda EU i kroz primjenu zakonodavstva za državne potpore. U tu svrhu Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva priprema niz mjera i aktivnosti za sljedeću godinu kako bi se jačanjem poduzetništva povećala zaposlenost, učinkovitost sustava socijalne sigurnosti, poticanje domaće proizvodnje, izvoza i stvaranje povoljne poduzetničke klime [12]. Nadalje, vrše se pripreme za korištenje predpristupnih i strukturnih fondova Europske unije.

Iz svega navedenog može se zaključiti da su činitelji uspjeha kod transfera tehnologija na makro-gospodarskoj razini poboljšanje platne bilance zemlje, povećanje zaposlenosti, povećanje iskoristivosti domaćih sirovina i repromaterijala, jačanje tehničke i tehnološke infrastrukture, tehnološkog razvoja, smanjenje tehnološke ovisnosti i jačanje inovacijskog sustava, što zajedno vodi tehnološkom osamostaljenju [13].

Literatura:

- [1] Matijević, N.: Zaštita baza podataka i kompjuterskih programa u Europskoj uniji, *Slobodno poduzetništvo*, Zagreb, **Vol. 8** (2001), 21-22, ISSN 1330-2833
- [2] Matijević, N.: Tržište tehnologija, *Informator*, Zagreb, (1998), 4586, ISSN 0537-6645
- [3] Matijević, N.: Ugovor o prijenosu tehnologije, *Informator*, Zagreb, (1997), 4510-4511, ISSN 0537-6645
- [4] Državni zavod za statistiku; Priopćenje broj. 8.2.1., Istraživanje i razvoj u 2007., Zagreb, (2008)
- [5] Bischof Vukušić&Katović: Sedmi okvirni program Europske unije i mogućnosti za hrvatsko tekstilno i odjevno gospodarstvo, Zbornik TZG, Urednici: Ujević D. Penava Ž, ISBN 978-953-7105-27-3, Zagreb, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, Hrvatska (2009)
- [6] Dostupan na <http://www.opensource.hr> Pristupljeno: 2009-12-16.
- [7] Dostupan na <http://www.openinnovation.eu> Pristupljeno: 2009-12-13.
- [8] Matijević, N.: Intelektualno vlasništvo – valuta 21. stoljeća, *InfoTrend*, 152/8, Zagreb, (2007.)
- [9] Damani, S.: Intellectual Property and Technology Transfer, *Tech monitor*, Mar-Apr (2009), ISSN 0256-9957
- [10] Dostupan na <http://www.bytestart.co.uk> Pristupljeno: 2009-12-29.
- [11] Dostupan na <http://www.crane.hr> Pristupljeno: 2009-12-30.
- [12] Dostupan na <http://www.mingorp.hr> Pristupljeno: 2009-12-12.
- [13] Matijević, N.: Pokazatelji uspjeha u prijenosu tehnologije, *Informator*, Zagreb, (1997), 4544, ISSN 0537-6645



POZVANI RADOVI

INVITED PAPERS

SURADNJA S GOSPODARSTVOM U OKVIRU PROJEKTA FP7-REGPOT-2008-1: T-POT

COOPERATION WITH SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES IN THE FRAMEWORK OF FP7-REGPOT-2008-1: T-POT PROJECT

Sandra BISCHOF VUKUŠIĆ & Drago KATOVIĆ

Sažetak: *Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu koordinator je FP7 projekta pod nazivom Unlocking the Croatian Textile Research Potentials (T-Pot), financiranog od Europske komisije u iznosu od gotovo 1 milijun eura. Osnovni cilj ovog projekta je podizanje znanstvenih i istraživačkih kapaciteta institucije s naglaskom na suradnju s tekstilnim i odjevnim gospodarstvom u Republici Hrvatskoj. Projekt T-Pot je financiran unutar FP7 programa Kapaciteti koji veliki značaj pridaje uključivanju znanstvenika i industrijskih partnera iz zemalja koje još nisu EU članice u Europski istraživački prostor. U radu su predstavljene aktivnosti projekta kao što su nabava vrhunske znanstvene opreme, usavršavanje znanstvenika i gospodarstvenika te transfer znanja vrhunskih eksperata iz EU partnerskih institucija. Naglasak je upravo na suradnji između akademije i gospodarstva s ciljem povećanja njegove konkurentnosti izvan regionalnih okvira.*

Abstract: *University of Zagreb, Faculty of Textile Technology is coordinating the FP7 project entitled Unlocking the Croatian Textile Research Potentials (T-Pot), funded by the European Commission in the amount of almost 1 million euro. The main project goal is to upgrade institutional research capacities with emphasis on strengthening the cooperation with the industry. T-Pot project is funded under the Capacities funding scheme, where the activity of the integration of researchers and SMEs from the associated countries into the European Research Area is of great importance. This paper presents the review of the project activities such as purchase of top class equipment, training of researchers and industrial representatives and know-how transfer from the experts from the EU partnering institutions. The cooperation of the academy with the SMEs is a necessity which will consequently lead to their increased competitiveness outside the regional borders.*

Ključne riječi: *suradnja akademske zajednice i gospodarstva, Sedmi okvirni program (FP7), FP7-REGPOT-2008-1:T-Pot, tekstilno i odjevno gospodarstvo*

Keywords: *academy-industry cooperation, FP7, FP7-REGPOT-2008-1:T-Pot, textile and clothing industry (T/C)*

1. Uvod

Vrhunskim istraživanjima koja otvaraju nove izazove oduvijek je pridavan veliki značaj na Sveučilištu u Zagrebu. Pored te osnovne i tradicionalne zadaće za stvaranjem i primjenom novih ideja i tehnoloških rješenja, članovi Sveučilišta omogućuju napredak gospodarstva, što će doprinijeti razvoju održivog razvoja društva u cjelini. Uz obrazovanje i znanost, zadatak Sveučilišta je poticanje kreativnosti i inovativnosti kako bi se snažnije utjecalo na gospodarski razvitak [1]. Nedjeljivost kvalitetne nastave i znanstvenog ili umjetničkog istraživanja temeljna je odrednica rada na Sveučilištu u Zagrebu, Tekstilno-tehnološkom fakultetu.

U skladu s Lisabonskom strategijom iz 2000. i revidiranim dokumentom iz 2005. kao osnovnim strateškim dokumentom Europske unije, u Hrvatskoj su objavljeni sljedeći relevantni dokumenti: *Strateški okvir za razvoj 2006-2013, Znanstvena i tehnološka politika Republike Hrvatske, Akcijski plan 2007-2010 – znanstvena i tehnološka politika Republike Hrvatske te Strateške odrednice razvoja industrije tekstila i odjeće u Hrvatskoj za razdoblje od 2006. do 2015.* Nadalje, u 2008. godini usvojen je *Akcijski plan za poticanje ulaganja u znanost i istraživanje.* Nakon rasprave na Hrvatskoj akademiji znanosti i umjetnosti kao i svim prethodno navedenim dokumentima, donesen je dokument *Inovativnost, istraživačko sveučilište i poduzeće zasnovano na znanju.*

U viziji razvoja tekstilnog i odjevnog gospodarstva Europe do 2020. god. naglasak je stavljen na istraživanja i inovacije [2-4]. U dosadašnjem radu devet tematskih ekspertnih skupina određena su prioritarna područja

koja su značajna i istraživačima i gospodarstvu u području tekstila i odjeće. Takvim mjerama podupire se poduzetništvo, kao i razvoj istraživačke djelatnosti, prijenos tehnoloških dostignuća i međunarodne suradnje, i direktno potiče razvoj malih do srednjih poduzeća (MSP-a). Upravo mala do srednja poduzeća tekstilnog i odjevnog gospodarstva glavni su pokretači budućeg razvoja ovog gospodarstva. [5]. Međutim, mala do srednja poduzeća, zbog svoje veličine i nedostatka sredstava, nemaju mogućnost značajnijeg istraživanja i razvoja. Naime, istraživanje i razvoj zahtijevaju koncentraciju visokostručnog kadra kao i sofisticirane znanstvene opreme.

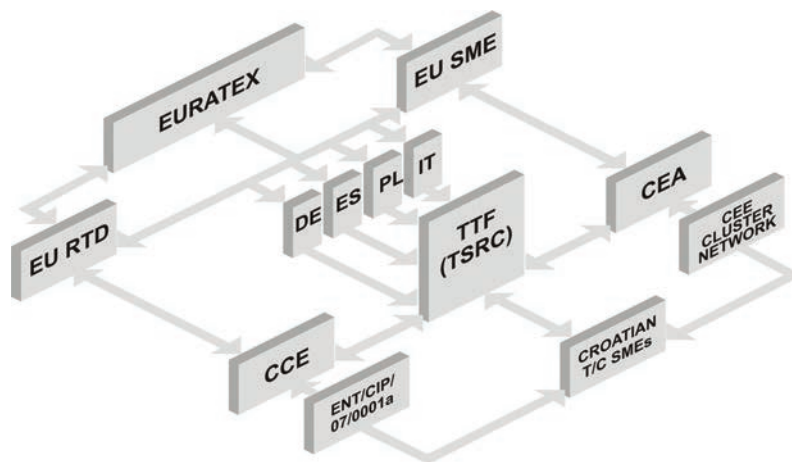
Prepoznavši tu činjenicu, na Tekstilno–tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu krenulo se s inicijativom osnivanja najprije jednog istraživačkog centra, a u budućnosti i Tekstilnog instituta. Naime, znanstveno/umjetničko istraživanje na fakultetu na visokoj je razini te bi bilo veoma korisno te kapacitete povezati s gospodarstvom. Želju za razvojem istraživačkih kapaciteta u području tekstilnog i odjevnog gospodarstva Hrvatske prepoznala je Europska komisija dodijelivši gotovo 1 milijun eura projektu T-pot. Ovaj projekt ima cilj podizanje istraživačkih kapaciteta Tekstilno-tehnološkog fakulteta koji će biti transferirani u sektor hrvatskog tekstilnog i odjevnog gospodarstva. Dio sredstava ovog projekta namijenjen je za poboljšanje istraživačke strukture i mobilnosti istraživača na TTF-u, a veliki dio sredstava namijenjen je i nabavi znanstvene odnosno istraživačke opreme [6].

2. Aktivnosti na projektu FP7-REGPOT-2008-1: T-Pot

2.1 Uspostava strateških partnerstva s istraživačkim grupama i industrijom

Unutar projekta ostvarena su partnerstva sa 3 znanstveno istraživačka instituta iz Njemačke, Poljske i Španjolske te jednim malim i srednjim poduzećem iz Italije. To su:

- 1) Saksonski tekstilno-istraživački institut (Sächsisches Textilforschungsinstitut-STFI)
- 2) Institut za prirodna vlakna i medicinske tekstilije (Institute of Natural Fibers and Medicinal Plants-INFMP)
- 3) Centar za tehnološke inovacije (Centre of Technological Innovation-Leitat)
- 4) Grado Zero Espace (GZE)



Slika 1: Shematski prikaz suradnih institucija na T-Pot projektu

Jedan od značajnijih ciljeva ovog projekta je povezivanje TTF-a kao RTD (istraživačko-razvojnog) partnera s gospodarskim sektorom. Tijekom projekta posebna se pozornost posvećuje uključivanju gospodarstvenika prvenstveno u području tekstila/odjeće/kože/obuće, ali i srodnih područja kojima se nastoje predstaviti sve značajne aktivnosti projekta.

Tvrtka Kelteks d.o.o. iz Karlovca ugostila je projektni menadžment tim dana 24. rujna 2009 (Slika 2a i 2b). Osnovni cilj te posjete bio je prikazati tt. Kelteks kao ravnopravnog projektnog partnera projektnim suradnicima iz zemalja Europske unije. Kelteks d.o.o. najveći je proizvođač tehničkih tkanina u Hrvatskoj. Proizvodni asortiman čine mrežice od staklenih vlakana i roving tkanine s primjenom u autoindustriji i građevinarstvu.



a.



b.

Slika 2: a) Posjet partnera T-Pot projekta tvrtci Kelteks: gđa. Vanda Paladin, g. Damir Tomičić, gđa. Marijana Željko;
 b) Razgledavanje pogona tt.Kelteks

2.1.1 Radionica održana u Leitatu u Španjolskoj

Leitat je Tehnologijski centar osnovan 1906. godine. Sastoji se od ureda za certificiranje, testiranje, ureda za transfer znanja, učenje, znanstveno istraživačke projekte, kao i ureda za nacionalne te za europske projekte. Leitat, kao i ostali europski partneri, s TTF-om je potpisao početkom ožujka 2009. godine Ugovor o znanstvenoj suradnji, u sklopu kojeg se obvezuju prihvatiti naše istraživače na rad u trajanju od 1-6 mjeseci. Prvi znanstveno-istraživački boravak na ovoj instituciji ostvarila je mr. sc. Sanja Ercegović Ražić, u trajanju od mjesec dana.

Jedna od aktivnosti projekta je održavanje radionica za transfer znanja. Jedan dio radionica održava se u Hrvatskoj, a drugi dio u gostovanju kod svakog od partnerskih instituta. Cilj nam je bio omogućiti transfer znanja i u gospodarski sektor te su u svaku od tih radionica bila uključena i dva predstavnika iz industrije.

Prva u nizu radionica bila je održana u istraživačkom centru Leitat u Terassi nedaleko Barcelone u periodu 17-19. lipnja 2009 (Slike 3a i 3b).

Predstavnici Tekstilno-tehnološkog fakulteta (D. Ujević, D. Katović, T. Pušić, E. Vujasinović, S. Bischof Vukušić, B. Vojnović, A. Tomljenović, S. Ercegović, V. Đurašević), kao i predstavnici malih do srednjih poduzeća iz Hrvatske, sudjelovali su na radionici koju je organizirao Technological Center Leitat. S obzirom da je jedno od najznačajnijih područja djelovanja ovog instituta područje površinskih obrada materijala, za sudjelovanje na radionici odabrani su predstavnici tt Čateks (N. Kerman) i tt Dorateks (F. Žuvela Bošnjak).



a.



b.

Slika 3: a) Dr.sc. Javier Jimenez, predavač iz područja tehničkih tekstilija i sudionici radionice; b) Sudionici radionice i predstavnica Leitata u T-Pot-ovom MB-u (Management Boardu) Sandrine Schwartz.

Čateks d.d. najpoznatiji je proizvođač umjetne kože u jugoistočnom dijelu Europe. Proizvodni asortiman tvrtke čini zaštitna odjeća, umjetna koža na bazi poliuretana, dorađeni tekstil, kućanski tekstil.

Tvrtka Dorateks d.o.o. lider je na području dorade, oplemenjivanja i bojadisanja tekstila, te kemijskog čišćenja, pranja i glačanja rublja. Klijenti tvrtke su veliki poslovni subjekti (bolnice, ugostiteljski objekti) i građanstvo.

2.1.2 Radionica Inovacije održana u organizaciji TTF-a i Hrvatske gospodarske komore

Slijedeća radionica u sklopu T-Pot projekta održana je u Zagrebu od 21.-23.rujna 2009. godine pod naslovom: Uloga inovacija, s naglaskom na sektore tekstila/odjeće i informatičkih tehnologija.

Prilikom trodnevnog održavanja radionice polaznici su se u prva dva radna dana susreli s temama: Značaj inovacija, primjena inovacija u tekstilu, odjeći te zadnji dan primjena inovacija u ICT-sektoru.

Već u uvodnim riječima prof. dr. sc. Sandra Bischof Vukušić naglasila je kako unatoč negativnim trendovima tekstilne industrije u Europi, tekstil u Hrvatskoj ima određeni potencijal jedino uz kontinuirani razvoj inovacija, odnosno njihova primjena u manjim do srednjim poduzećima.

Uz predstavnike hrvatskih državnih institucija na radionici su sudjelovali i predstavnici poznatih europskih tekstilnih instituta i tvrtki (Leitat-Španjolska, STFI-Njemačka, INFMP-Poljska, GZE-Italija), kao i hrvatski gospodarstvenici (Slike 4-5).

Drugi dan radionice protekao je u predavanjima o konkretnim inovacijama u tekstilu i odjeći kao i o udruživanju hrvatskih tekstilaca u tekstilne klastere. Od strane publike odabrano je kao najzanimljivije predavanje gospođe Elene Turco iz talijanske tvrtke GZE koja je predstavila inovativni dizajn putem ICT integracije elektroluminiscencije u zaštitnoj odjeći i opremi.



a.



b.

Slika 4: a) Predstavnici njemačkog i španjolskog instituta – Romy Naumann i Jordi Mota; b) Sudionici radionice Uloga inovacija, s naglaskom na sektore tekstila/odjeće i informatičkih tehnologija održane u Hrvatskoj gospodarskoj komori

Završno predavanje vodio je gospodin Davor Aničić iz "Ruđer Inovacija" i također je pobudilo veliki interes prisutnih. Našim inozemnim partnerima putem ove radionice predstavljeno je da i Hrvatska ima velike znanstveno-istraživačke potencijale i otvorena je mogućnost za daljnju suradnju europskih partnera i hrvatskih kako znanstveno-istraživačkih institucija, tako i malih i srednjih poduzeća.

Na ovoj radionici hrvatski su predavači pokazali svoj veliki znanstveno-istraživački potencijal, kao i mogućnosti koje se pružaju znanstveno-istraživačkim institucijama ili malim i srednjim poduzećima u nastojanjima da se ravnopravno uključe u projekte financirane od EU. Predavači iz zemalja Europske unije su putem prezentacija, a pogotovo svojim aktivnim uključivanjem u raspravu nakon održanih predavanja, dali konkretne primjere pozitivne prakse, gdje je inovacija dovela do novog proizvoda, postupka ili usluge te time osigurala njegovu konkurentnost na tržištu.



a.



b.

Slika 5: a) Predavači gđa. Ebonita Ćurković, koordinatorica projekta Sandra Bischof Vukušić i g. Boris Krstanović; b) Dodjela diploma predavačima po završetku radionice

2.1.3 Radionica održana u institutu STFI u Njemačkoj

Od 29. studenoga do 4. prosinca 2009. godine, u sklopu projekta T-Pot, u Njemačkoj je održana treća radionica u organizaciji Sächsisches Textilforschungsinstitut-a (STFI) na kojoj su sudjelovali dr. sc. Sandra Bischof-Vukušić, izv. prof., dr. sc. Drago Katović, red. prof., dr. sc. Edita Vujasinović, docent, dipl. ing. Eva Magovac, dipl. ing. Dragana Kopitar, dipl. ing. Žaklina Domjanić, dipl. ing. Maja Somogyi i dipl. ing. Snježana Brnada, te predstavnici iz industrije dipl. ing. Alan Đurek (Regeneracija) i dipl. ing. Marijana Željko (Keltexs).



a.



b.

Slika 6: a) Tvrtna Soex, <http://www.seoex.de>; b) Sudionici radionice u posjetu tv. Soex

Radionica je započela posjetom tvrtki SOEX Bad Oldesloe - Njemačka, koja egzistira 25 godina i zapošljava približno 550 ljudi, a čija je glavna djelatnost recikliranje tekstilnog otpada (Slika 6). Ta uspješna tvrtka smještena je u industrijskoj zoni u prostorima propale tvornice viskoznih vlakana u bivšem DDR-u. Obilazak pogona predvodio je izvršni direktor Götz Wolff sa suradnicima te Bernd Gulich iz Sächsisches Textilforschungsinstitut. Dnevno se u ovoj tvrtci obrađuje oko 70 tona otpadnog tekstilnog materijala.

Osnovna djelatnost tvrtke je sortiranje i reciklaža tekstita uz gotovo stopostotno iskorištenje („zero waste“ princip). Sortiranje se provodi ručno na temelju 400 kriterija, a tekstil se svrstava u tri glavne kategorije:

1. odjeća za ponovno nošenje („re-wear“) koja se sortira i preprodaje prema željama kupaca (odjeća, obuća, šeširi, remeni, torbe, jastuci, meke igračke i dr.)
2. tekstilije za ponovnu upotrebu („re-use“) koje se režu na manje dijelove i preprodaju (tepisoni, tepisi i dr.)
3. tekstil za reciklažu.

Proizvodnja je računalno vođena, što omogućava visok stupanj kontrole i nadzora cjelokupnog procesa i odvija se kroz nekoliko faza:

1. ručno presortiranje
2. ručno sortiranje
3. strojno rezanje uzdužno i poprijeko
4. strojno kidanje i otvaranje vlakana uz odvajanje netekstilnih od tekstilnih dijelova
5. eventualno miješanje vlakana
6. prešanje i pakiranje

Kupci Soex-a su uglavnom zemlje trećeg svijeta, za prvu grupu sortiranih tekstilnih materijala. Jedan od značajnijih kupaca treće grupe sortiranih proizvoda (tekstil za reciklažu) je i tt. Regeneracija iz Zaboka.

Regeneracija d.d. je najveći proizvođač netkanog tekstila u Hrvatskoj za potrebe građevinske i autoindustrije, te industrije namještaja. Tvrtka se bavi i proizvodnjom vunениh tepiha, tapiserije i postelnog rublja.

Drugi dio radionice održan je na Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI) u Chemnitzu gdje su sudionicima radionice u vidu prezentacija predstavljeni razvojni projekti primijenjeni u različitim područjima tehničkog tekstila (Slike 7a i 7b). STFI institut iz Chemnitza jedan je od 16 znanstvenih instituta iz područja tekstila u Njemačkoj. Suradnik je u preko 100 istraživačkih nacionalnih i europskih projekata u ovom području [4].



a.



b.

Slika 7: a) Predavač Bernd Gulich na radionici u STFI-u; b) Sudionici radionice održane u STFI-u

Nakon teoretskog dijela radionice uslijedio je obilazak Instituta te praktični test recikliranja staklenih vlakana tvrtke Keltex, za čije se zbrinjavanje odvaja određeni iznos sredstava. Tvrtka Keltex prethodno je poslala uzorak otpadnih staklenih vlakana, te je na poluindustrijskim uređajima za rezanje i kardiranje pokazano kako je njihovom reciklažom moguće dobiti tanku koprenu koja se može upotrijebiti za izradu proizvoda iz stakloplastike i primijeniti npr. u autoindustriji ili u proizvodnji malih plovni objekata.

Posljednji dio radionice odvijao se u sklopu skupa „Recycling for textiles“ na kojem su predstavnici europskih kompanija za proizvodnju strojeva za recikliranje tekstila predstavljali nova tehnološka rješenja uklopljena u standardne proizvodne linije u svrhu povećanja efikasnosti proizvodnje i potpunog iskorištenja sirovine, poboljšanja kvalitete te smanjenja štetnih utjecaja na okoliš [7].

Vrlo zanimljiva bila je prezentacija iz Art University of Kassel u kojem je četvero studenata dizajna predstavilo svoje kreacije izrađene iz otpadnog tekstilnog materijala i time naglasilo potrebu očuvanja prirodnih resursa.



a.



b.

Slika 8: a) Sudionici savjetovanja Recycling for textiles; b) Petra Frantza (STFI) (prva lijevo) i sudionici radionice

2.2 Podizanje znanstvenih kapaciteta putem nabave opreme

U sklopu projekta predviđeno je poboljšanje znanstvene infrastrukture nabavom serije uređaja, prikazanih na sl. 16 i 17. S obzirom da je cilj ovog projekta jačanje znanstvenih kapaciteta prvenstveno u području zaštitnih materijala, nabavljeni su uređaji za termogravimetrijske analize (**TGA**-termogravimetrijska analiza, **DSC**-diferencijalna skenirajuća kalorimetrija, **FTIR**-Fourier transform infracrvena spektroskopija), Sl. 9a.

Za detaljnije karakterizacije vlakana ili materijala, kao i analize nastalih promjena na tekstilnom te ostalim supstratima, nabavljen je i instaliran **SEM**-a (skenirajući elektronski mikroskop). FE-SEM (Field Emission-Scanning Electron Microscope) tvrtke TESCAN trenutno je najmoćniji elektronski mikroskop ne samo u RH, već i u široj regiji. Mogućnosti instrumenta idu teoretski do povećanja od 1.000.000 puta. Naši mladi znanstvenici završili su edukaciju. Mikroskop sadrži neparivač (za nevodljive uzorke), te jedinicu za EDX analizu (Energy Dispersive X-Ray Analysis) koja omogućuje kemijsku analizu uzoraka (Slika 9a).

Svi uređaji nalaze se na lokaciji Zavoda za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju u Savskoj 16/9 i na raspolaganju su svim suradnicima iz gospodarstva. Ovim putem pozivamo ih na korištenje tog instrumenta, a predviđaju se i kraće radionice za predstavljanje mogućnosti ovog uređaja, nakon čega će s operaterima moći raditi na uzorcima. Molimo suradnike iz gospodarstva da nam se obrate i izraze svoj interes kako bismo mogli formirati grupe za prezentaciju ili osigurati termin za obradu i analizu njihovih uzoraka.



a.



b.

Slika 9: a) Instrument SEM-FE MIRA II LMU model Tescan; b) Instrumenti za termalnu analizu (TGA) i analizu plinova putem FTIR-a, model Perkin Elmer

2.3 Podizanje ljudskih kapaciteta

U okviru ovog projekta s ciljem jačanja znanstvenih kapaciteta i pomoći znanstvenim novacima u radu na novoj opremi angažiran je istraživač s višegodišnjim iskustvom u trajanju od godinu dana. Značaj te mjere je

u transferu znanja hrvatskih znanstvenika koji su proveli određeni period izvan zemlje u svoju matičnu zemlju.

Dr. sc. Andrea Katović sa Sveučilišta Kalabrija, Fakulteta inženjerstva, Zavoda za kemijsko inženjerstvo i materijale, privremeno je zaposlena na Zavodu za tekstilnu kemiju i ekologiju Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Slika 10). Njezino bogato iskustvo na Institutu Ruđer Bošković, University of Calabria, Italiji i Belgiji, kao i rad na novo nabavljenoj opremi zasigurno će pomoći u jačanju znanstvenih kapaciteta TTF-a odnosno TSRC-a.

Također su u svrhu jačanja ljudskih potencijala TTF-a zaposlena tri istraživača na period od dvije godine. Dipl. ing. Marina Turalija trenutno je na istraživačkom boravku u trajanu od 6 mjeseci u Švicarskom federalnom laboratoriju za testiranje i istraživanje materijala (EMPA-i) [9]. Diplomirala je na Tekstilno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, smjer kemijske tehnologije. Višegodišnje radno iskustvo stekla je na Zavodu za forenziku Ministarstva unutarnjih poslova gdje je radila na stereo i komparativnoj mikroskopiji. Prije toga radila je 2 mjeseca u CSIRO-u (Znanstveno i industrijsko istraživanje za Australiju) gdje je stekla osnovne vještine u području: SEM elektronske mikroskopije, analize x-zrakama, analize slike, pripreme uzorka i tehnika digitalnih slika (Slika 10b).

Dipl. ing. Eva Magovac dosad je radila za nekoliko hrvatskih i inozemnih tvrtki kao komercijalist, grafički dizajner za kožu i tekstil, razvojni tehnolog i voditelj razvoja. Radno iskustvo stekla je u sljedećim tvrtkama: Pazin Textiles d.o.o., Lola Ribar d.d., Mr. Joseph d.o.o., MKZ d.o.o., Magma d.d. itd. Dipl. ing. Zorana Kovačević diplomirala je 2009. god. na Tekstilno-tehnološkom fakultetu, smjer Projektiranje i oblikovanje tekstila i odjeće. Tema njezina diplomskog rada su Pamučni materijali poboljšanih vrijednosti za specijalne primjene.

Sva tri istraživača provest će minimalno 6 mjeseci na partnerskim institucijama u svrhu znanstveno-istraživačkog rada i bit će aktivno uključeni u projekte namijenjene gospodarstvu.



a.

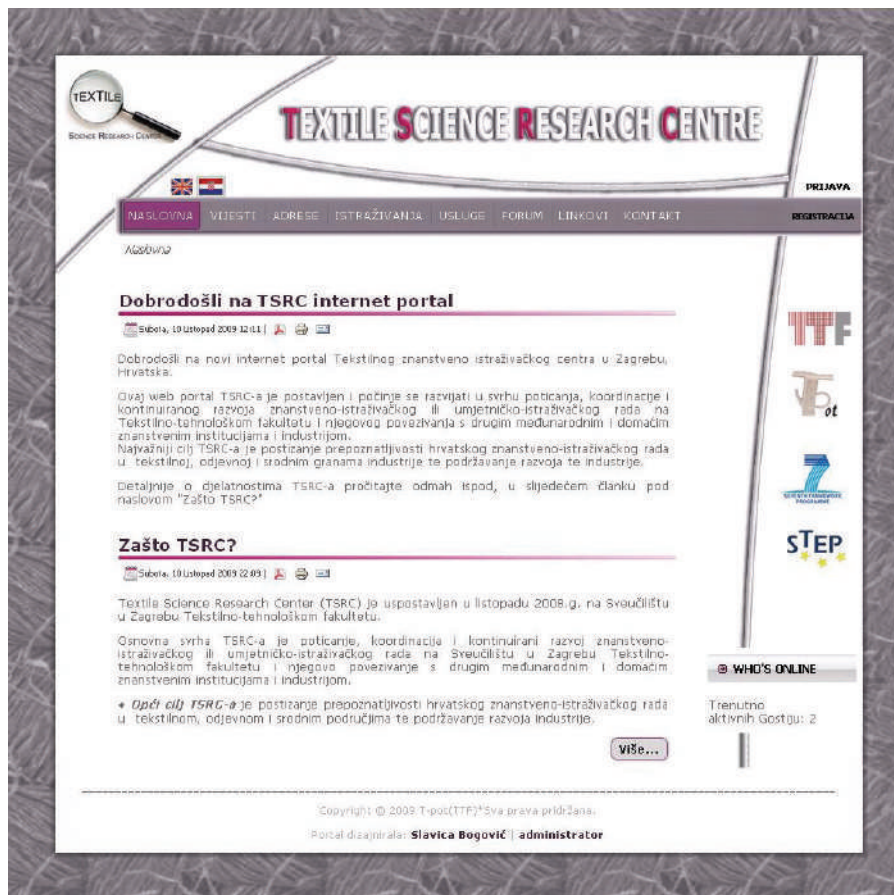


b.

Slika 10: a) Gostujući profesor: Andrea Katović i njezina nova znanstveno-istraživačka skupina; b) Istraživač na projektu: Marina Turalija i mentor njezine disertacije Dr. Sabyaschi Ghan (EMPA)

2.4 Textile Science Research Centre (TSRC)

Osnovna svrha Znanstveno-istraživačkog centra za tekstil (Textile Science Research Centre) je poticanje, koordinacija i kontinuirani razvoj znanstveno-istraživačkog ili umjetničko-istraživačkog rada na Sveučilištu u Zagrebu, Tekstilno-tehnološkom fakultetu, te njegovo povezivanje s drugim međunarodnim i domaćim znanstvenim i gospodarstvenim subjektima i institucijama. Ovaj bi centar objedinio najznačajnije istraživače i projekte iz znanstvenog područja tekstila, kao i istraživače u umjetničkom području. Njihova suradnja na rješavanju istraživačkog rada i razvoja bila bi prvenstveno u korist malih do srednjih poduzeća u savladavanju novih proizvoda visoke dodane vrijednosti.



Slika 11: Izgled TSRC Portala, <http://www.ts-rc.eu> , e-mail: info@ts-rc.eu

Jedna od aktivnosti portala je baza podataka gospodarskih subjekata iz područja tekstil/odjeća/koža /obuća. Naša želja je na ovom mjestu prikazati prvenstveno tvrtke zainteresirane za razvoj koje pozivamo da nam pošalju svoje materijale putem pripremljenih upitnika. S nastojanjem da hrvatske tvrtke, prvenstveno mala i srednja poduzeća (SME), uključujemo u europske projekte, pripremili smo dvojezični upitnik.

Ako ste zainteresirani za znanstveno-istraživačku suradnju s TTF-om i/ili suradnju na EU projektima, molimo vas da ispunite navedene upitnike koji se nalaze na stranicama TSRC portala. Traženi podaci su sastavni dio formulara za prijavu EU projekta.

Naš cilj je da na TSRC portalu budu na jednom mjestu vidljivi podaci o hrvatskim tvrtkama koji će zainteresirati partnere iz zemalja europske unije koji osim TTF-a kao RTD partnera žele uključiti i hrvatske SME partnere, odnosno mala i srednja poduzeća.

3. Zaključna razmatranja

S obzirom na današnji trend cjeloživotnog obrazovanja i neophodnosti trajnog usvajanja novih znanja i vještina, tijekom projekta će biti organizirane radionice i kraći boravci hrvatskih istraživača i gospodarstvenika na europskim institucijama. Također će istraživači iz zemalja europske zajednice boraviti u Hrvatskoj u svrhu transfera i primjene novih znanja i metoda. Ako imate želju za suradnjom i smatrate da biste za neki od vaših problema mogli koristiti i znanje naših suradnika, molimo vas da nam se obratite na: info@ts-rc.eu.

Također će u sklopu T-Pot projekta biti organizirana predavanja gostujućih stručnjaka i tekstilni forumi, pa vas također molimo da nam sugerirate teme koje vas najviše zanimaju. Na kraju još jednom vas podsjećamo da smo otvoreni za suradnju, a uskoro kreće i forum na stranicama TSRC portala putem kojeg možete poslati sve svoje sugestije.

Prisustvo predstavnika iz hrvatskih tvrtki na našim radionicama, seminarima, forumima ili savjetovanjima jedan je od načina transfera znanja s akademije prema industriji, što je svakako jedan od visoko postavljenih prioriteta Sveučilišta u Zagrebu i Tekstilno-tehnološkog fakulteta.

Literatura

- [1] Grupa autora.: *Istraživačka strategija Sveučilišta u Zagrebu 2008-2013*, Sveučilište u Zagrebu, ISBN 978-953-6002-36-8, Zagreb, (2008)
- [2] Katović, D. & Bischof Vukušić, S.: Vizija razvoja tekstilnog i odjevnog gospodarstva Europe, *Zbornik Radova 1. znanstveno stručnog skupa Tekstilna znanost i gospodarstvo*, Penava Ž., str. 3-14, ISBN 978-953-7105-27-3, Zagreb, Siječanj 2008. Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb (2008)
- [3] Lesjak, F: *Slovenska tekstilna tehnološka platforma*, Industrijski razvojni centar slovenske predilne industrije, Litija (2006)
- [4] Meyer-Stork, S., Bergemann, W.: *Textilforschung in Deutschland Perspektiven 2015*, Forschungskuratorium Textil, Eschborn 2006
- [5] Katović, D., Bischof Vukušić, S.: *Europska tehnološka platforma za budućnost tekstila i odjeće – vizija do 2020.godine* *Tekstil* **55** (2006) 7, 340-347, ISSN 0492-5882
- [6] Bischof Vukušić, S., Katović, D.: Sedmi okvirni program europske unije i mogućnosti za hrvatsko i odjevno gospodarstvo *Zbornik Radova 2. znanstveno stručnog skupa Tekstilna znanost i gospodarstvo Ujević, D. Penava Ž.*, str. 3-14, ISBN 978-953-7105-23-5, Zagreb, Siječanj 2009. Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno tehnološki fakultet, Zagreb (2009)
- [7] Grupa autora: *Recycling for textiles 9. STFI-kolloquium.*, str. 1-25, Chemnitz, Dezember 2009. STFI Retex (2009)
- [8] Novotna, S. I sur.: *European funds for Croatian project* Central Office for Development Strategy and Coordination of EU Funds, Zagreb 2009. ISBN 978-953-7443-09-2
- [9] Schlapbach, L., Hofer, P., Bona, G.L.: *EMPA Activities 2008/2009*, EMPA 2009, St. Gallen, ISSN 1660-1394 (2008)

Zahvala

Zahvala Europskoj komisiji na financiranju projekta FP7-REGPOT-2008-1-229801: Unlocking the Croatian Textile Research Potentials u okviru kojeg su financirane sve predstavljene aktivnosti.



INOVACIJE NA PODRUČJU TEHNIČKOG TEKSTILA - EKSPLOATACIJA I TRANSFER TEHNOLOGIJE I REZULTATA ISTRAŽIVANJA

INNOVATION IN TECHNICAL TEXTILES – EXPLOITATION AND TRANSFER OF RTD RESULTS

Petra FRANITZA & Romy NAUMANN

Sažetak: U radu se daje kratak osvrt na inovacijski proces sa stajališta tekstilno-istraživačkog instituta i naglašava se važnost korištenja i transfera rezultata istraživanja u industriju. Nakon kratkog opisa Instituta STFI (Saksonskog tekstilno-istraživačkog instituta) i povijesti jugozapadne Saksonije u radu se opisuju opća stajališta transfera rezultata istraživanja. Inovacijski proces i zaštita intelektualnog vlasništva (IPR) objasniti će se pomoću primjera tehničkog tekstila i postupka patentiranja. Primjer uspješnih inovacija na području tehničkog tekstila pokazat će potencijal ove industrijske grane. Prijenos i korištenje tih rezultata u industriji detaljno je opisano.

Abstract: The paper will give a short review of innovation process from the perspective of a textile research institute and emphasise the importance of exploitation and transfer of research results into the industry. After a short introduction of the STFI Institute and history of the region of South-West Saxony, the general aspects of transfer of research results are discussed in the paper. The innovation process focused on intellectual property rights (IPR) will be reflected by means of examples in technical textiles and their patenting procedure. Examples of successful innovations in the field of technical textiles will demonstrate the potential of this branch. The transfer and exploitation of those results into the market are shown in detail.

Ključne riječi: inovacija, tehnički tekstil, rezultati razvoja, tehnologije i istraživanja (RTD), korištenje, transfer u industriju, IPR, proces patentiranja

Keywords: innovation, technical textiles, RTD results, exploitation, transfer into industry, IPR, patenting process

1. Introduction and Background

Sächsisches Textile Forschungs Institut (STFI) is a German non-profit research institution in the Free State of Saxony and continues the long standing traditions of the Saxon textile research and textile industry. Process-related and product-related research work covers classical textile technologies as well as innovative technical solutions for a wide range of applications in nonwovens and technical textiles. Main fields of research are: nonwovens/films, warp-knitting/weaving, textile finishing/ecology, textile recycling/vegetable fibres, technical nets and ropes, textile materials research. The “Centre of Excellence in Nonwovens” covers interdisciplinary research activities in the field of nonwovens, including web formation, web bonding, finishing of nonwovens and testing as well as product development. STFI runs an accredited textile test laboratory and carries out all commonly required textile-physical, physiological, chemical and optical investigations of fibres, yarns, fabrics and clothing as well as geotextiles and Oeko-Tex Standard 100.

More than 100 RTD projects on regional, national and trans-national level are carried out by motivated STFI staff of about 120 researchers, laboratory assistants and technicians every year. Since 1993 STFI has been dealing with European projects within the 3rd, 4th, 5th and 6th FP as well as the PHARE and INTERREG programme. STFI works closely with regional and national authorities together to promote industrial RTD and recommend support programs for SMEs.

The President of the Board of Directors of the STFI, Prof. Fuchs, is also the President of the Association of Innovative Entrepreneurs (VIU) of Germany. STFI has been a member of TEXTRANET since 2003 and of the EDANA (European Disposables and Nonwovens Association) since 1992. STFI is active in supporting the European Technology Platform for the future of textiles and clothing and leading the work group TEG8.

The role of the Textile Transfer Centre (TTC) run by STFI for the transfer of research results into the industry is very important. TTC of STFI provides service concerning the optimisation of technology, quality assurance,

data processing and process rationalisation in the textile and clothing industries, gives consultation and expertise in the fields of business & production planning systems. TTC is experienced as a trans-national service provider and works in several EU-projects of PHARE Business Support Program in many Eastern European countries.

The regional engagement in textile know-how transfer is very important in order to improve the innovations and competitiveness of SMEs in the Free States of Saxony and Thuringia done in projects such as PLATO, ADAPT and RETEX. TTC created the Textile Server for the East German textile and clothing industry and is administrator of the textile server (presentation of companies, products, research societies and associations, fairs and expert know-how). TTC plays an active role in the foundation of joint company pools (Workers Protection, Fire Protection, Innovation Textile Upper Lusatia) strengthening East German textile and clothing industries. TTC is the provider for RAIS (Regional information and sales system for Saxony) and works as a partner in the virtual technology centre of Saxony for the textile and clothing industry [1].

2. Tradition and highly innovative technical textiles

The region of Saxony belongs to the main areas of industrial progress with special emphasis on textiles. The profile of this textile region is characterised by about 300 small and medium sized producing enterprises, mainly in the field of technical textiles with approximately 8,000 employees; 23 textile-oriented service enterprises (design, consulting, wholesale); four textile research institutes and one college of textile studies (textile, clothing, design). Great territorial concentration and presence of all substantial processing levels and product ranges are characteristics of the Saxony textile region. All SMEs produce in all possible textile industry branches, from raw material processing and fibre production to textile recycling, where a special emphasis lies on technical textiles and nonwovens. Despite radical changes, the textile industry has kept its strength and structure over the years and still shapes the region's profile. Location distribution and technical structure still correspond in principle to historical roots. The textile industry was a primary industry of the industrial revolution and Saxony belonged to the outstanding areas of economic progress.

A total of 280,000 industrial employees, of whom 137,000 (48.9 %) worked in the textile industry, were registered already in 1882. In the course of the political changes in Germany in the early 1990s the textile industry of Saxony also suffered from a radical change. Between 1990 and 1993, the number of textile employees decreased from 220,000 to 21,000. In 1994 a consolidation process began, although the development of the technical textile industry and clothing industry ran very differently.

Today 6 % of the industrial workers are employed in the textile and clothing industry of Saxony. This is the highest ratio compared with all other Federal States of Germany. Around 70% of the employees and turnover come from Saxony in the textile industry of the new Federal States of Germany. Two thirds of the Saxonian textile industry is concentrated in the region of Central Saxony, revealing numerous structural strengths nowadays.

The most important strength is a very close regional cooperation between associations, institutes, universities and industry. Furthermore, the support of local authorities for Research, Technology and Development (RTD) is very high, especially in the textile branch. The main aim of the so called "Joint initiative Technical Textiles" initiated by the Saxon Ministry of Economic Affairs and Labour is the re-orientation of traditional Saxon companies in textile and clothing industries into innovative growth and application fields. The objectives are to strengthen the market position of technical textiles manufacturers, give support for diversification of innovative technical product lines and the establishment of innovation & company networks. Via these networks 84 joint RTD projects with 354 involved companies and research institutions have been initiated over the last years.

One of the so called „Growth Cores“ initiated by an innovation initiative of the Federal Ministry for Education and Research was the Malitec[®] Initiative which is based on the stitch-bonding technology Malimo[®]. Malimo[®] technology and products were developed and invented by Heinrich Mauersberger from Limbach Oberfrohna already in 1949 (GDR-Patent Nr. 8194, day of filing: 03.02.1949 and U.S. Patent 2890579, day of filing: 16.06.1959). Malimo[®] is an art name and stands for Mauersberger Limbach Oberfrohna. The protected term names all the combined sewing-knitting procedure patented by Mauersberger and besides the so produced textile structure also the special warp-knitting machines (DE 2073891, day of filing: 2nd of February, 1994).

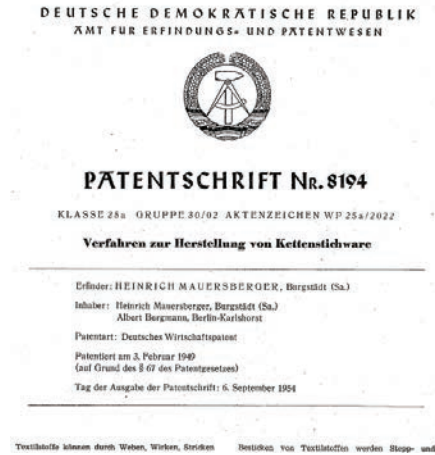
In 1957 the company Malimo Maschinenbau GmbH in Chemnitz developed the first Malimo[®] stitch-bonding machine up to the point at which it was ready to go into mass production, and the company grew as the machine became more successful on the market. A large number of patents worldwide protected the technology and its products. The GDR expanded the technology and related mechanical engineering to an industrial branch by targeted investments. Products and licenses were marketed with great efforts under the

trade name “Malimo[®]”. Initially, the objective was to replace woven and knitted fabrics by Malimo[®] as well as to produce Malimo[®] outerwear. This was accepted only to a small extent. However, the application of Malimo[®] as work wear, bandages, dishtowel or dusters was really successful. Nowadays, this technology is mainly used in the USA due to the time advantage in the production of technical textiles. At the German market Malimo[®] goods are rarely to find. The technique is mostly used for the production of special textiles to reinforce synthetics from glass or carbon fibres [2].



Heinrich Mauersberger an seinem MALIMO - Urmodell

a.



b.

Figure 1: a) Inventor of Malimo[®] Mr. Heinrich Mauersberger; b) and his patent certificate

The Malimo Maschinenbau GmbH was taken over by KARL MAYER in 1992, and was merged with Kändler Textilmaschinenbau shortly afterwards. The production location of KARL MAYER Malimo Textilmaschinenfabrik GmbH in Chemnitz is placed at the Mauersberger Street in memory of its inventor. The company is still a world leader of innovative warp-knitting machinery.

The Malitec[®] Initiative was established in 2004 and focused on the Chemnitz region. A company network of 29 companies aimed at achieving further profiling and specialization by know-how development in technical textiles based on stitch-bonding technologies finds new application fields. The stitch-bonded fabrics and web-knitted products are used in the automotive and construction industry, air and water pollution prevention, packaging, cleaning of buildings, home textiles and civil engineering. According to the innovation strategy the brand name and the logo of Malitec[®] were protected as well (DE 304 71 784 and DE 304 71 785).

3. Transfer of research results in general

Besides different joint initiatives and according to main interests of the industry, a variety of research co-operations are possible and many ways to transfer research results into practice are used at STFI. The easiest way for a company to ensure all rights on RTD results is the contract research for industry. That means the company is the sole user of the research results and pays for it. The company has all freedom to exploit and do own marketing. That means on the other hand, the RTD performer gives all research results including IPR exclusively to company.

The currently more common way is the RTD done by institutes for or with SMEs and industry via Public Funded research projects. Technical problems are discussed mostly in direct contacts with companies, and the suitable research program is envisaged. It is also possible to find interested companies via presentations at trade fairs or product shows.

The protection of the research results are in the interest of all project partners and can be implemented by:

- A) Fixing know-how transfer contracts when IPR protection is not possible or technically feasible
- B) Protecting IPR (when possible or technically feasible) and transfer IPR by licensing agreements to the interested company
- C) Protecting IPR (when possible or technically feasible) and complete transfer of IPR to the interested company under consideration of national funding requirements

- D) Protecting IPR and initiate a funded transfer project, that means a Network of researchers, end-users, SMEs will support the development of a system provider including the establishment of demonstration objects, common PR and marketing (applicable when many stakeholders are interested)
- E) Supporting the establishment of a start-up company producing and distributing the product
- F) Professional patent exploitation partners, meaning the transfer of IPR to a selected Patent Pool

Technical inventions, such as material and product developments, technologies and processing methods, manufacturing machines and the application of products can be protected according to their nature by patents, utility models or design registrations. Also trade marks play a very important role to create a recognisable brand for a special type of products. It is important to identify such valuable “intangible assets” in a timely manner, determine their business relevance, and conduct cost-benefit analyses. The determination which of these intangible assets should be protected and leveraged by using the tools of IPR systems is mostly a decision of industrial partners. They can use protected IPR effectively in product communication to business partners and customers.

It is the strategy of STFI that the commercialization of used IPR (selling of patents, granting of licenses) should turn out in profit for the companies. But the success of a product on the market depends on many criteria. Additionally, the costs of exploitation (marketing etc.) are much higher than the investments in IPR (compare Figure 2). In the following chapters some examples of the transfer of RTD results will be discussed in detail.

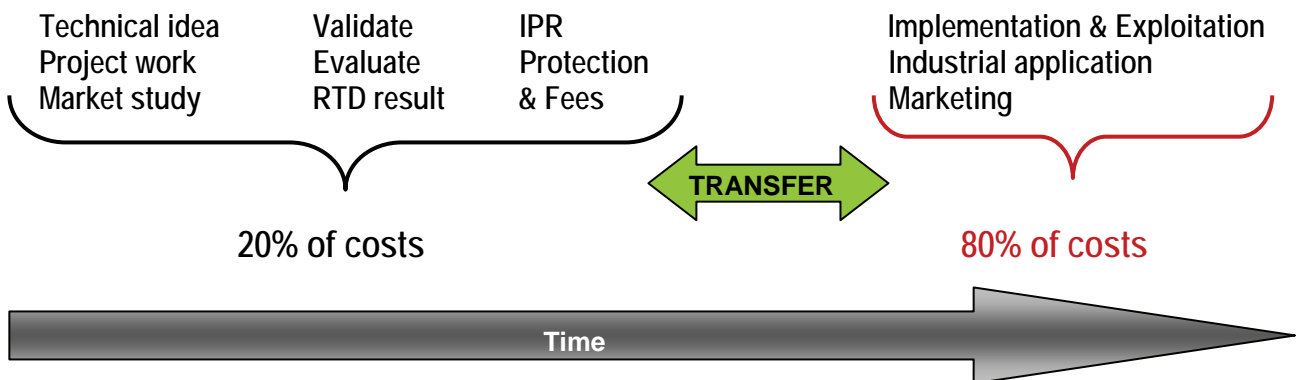


Figure 2: Costs of RTD versus costs of exploitation

4. Implementation of research results by complete transfer of IPR - irrigation mat for water saving technologies in agriculture, horticulture and landscaping

Agriculture and horticulture as well as landscaping are growing markets for technical textiles and at the same time the biggest water consumer worldwide. In this area innovative irrigation systems gain a steadily increasing importance. The objectives of the German national funded project „Water saving Technologies“ were to develop water and energy saving irrigation systems on a textile basis, especially for the application in hot and arid climatic zones and was carried out by STFI in cooperation with industrial partners from 2002 to 2004. The novelty of the developed structure consists in the combination of two layers of nonwovens containing parallel fixed perforated flexible tubes.

The capillarity of nonwovens leads to a wick-like water distribution on an area, while the integrated flexible perforated tubes refill the wicking material. The nonwovens structure offers a high water storage capacity und therewith only the lowest trickle losses. The described system enables irrigation of whole areas being extremely energy efficient and water saving. The top and ground layers of the mat construction are made of non-degradable synthetic materials. Therefore, nonwovens manufacturers get a completely new market for irrigation textiles. The uncommon material combination of nonwovens with extremely thick flexible perforated tubes, which are integrated as a kind of filler in a compound warp-knitted fabric, required the modification of a special warp-knitting technology.

This development was accomplished in cooperation with the future manufacturer of the irrigation mats, Company Internationale Geotextil (IGG) GmbH located in Twistringen and a specialist for irrigation techniques, Company ECO Rain GmbH, located in Huenstetten, which was foreseen to manage the distribution. The mat is mainly suitable for under open field's irrigation. Thus, evaporation losses are almost completely reduced und trickle losses are minimized. The most significant water saving rate is gained in arid areas, because there the evaporation losses are highest due to high solar radiation.

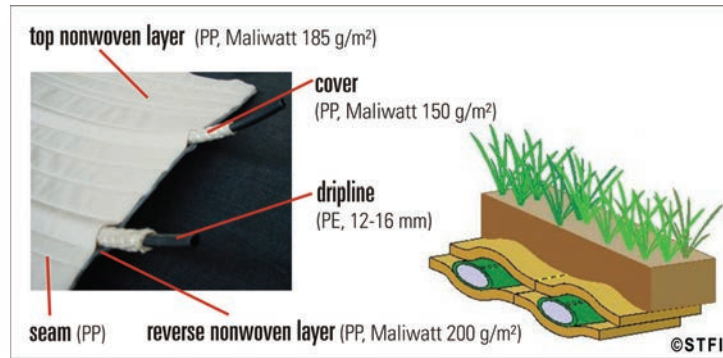


Figure 3: Structure of irrigation mat and its functionality

The innovative irrigation mat was patented in several countries. Firstly, a national patent was filed followed by an international patent application (DE10118643, day of filing: 14th April, 2001; WO 02/08 2888, day of filing: 10th April, 2002). The patent was granted in Germany as DE10118643B4 and in Europe as EP1420627B1. Furthermore, from the international patent application a patent was granted in South Africa ZA200300300. With the international Patent Cooperation Treaty (PCT) which includes 138 countries at the moment and is handled by the World Intellectual Property Organization (WIPO) all countries which are important as market could not be covered. Kuwait and Saudi-Arabia were selected additionally as important markets and therefore, patent applications were made in those countries.

To ensure marketing strategies, the complete protected IPR was transferred by STFI to the industrial partners. For the efficient marketing of this product both companies involved in the development founded a new start up company called ECO Rain International GmbH & Co. KG to be able to sell worldwide and especially in Arabian countries. The innovative and effective system product was named “ECO Rain[®] Root Zone Irrigation Mat”. The focused market of the irrigation mat is the sector of gardening and landscaping in arid and semi-arid climatic zones. The agricultural sector was added. Valuable contacts to strawberry and vine growers have already been established. Other applications are roof greening even in hot climates, football stadiums (annual saving potential: € 80,000.00) and golf courses which can be irrigated while being used.



Figure 4: Reference object - installation of irrigation mat in Dubai

The practical functionality was proved by a reference object in Dubai (VAE) under extreme climatic conditions (see Figure 4). Compared with commonly used irrigation systems, e.g. patches of grass, water consumption was reduced up to 70 %. The test results up to now show that the system is especially suitable for major area irrigation tasks. Several other types of planting vegetation like: terraces and balconies, pools and other sports grounds, marginal stripes and soft shoulders on motorways as well as different noise control wall constructions, shopping centres and creative elements in buildings can be seen as further

application fields. In the future such mats could also be used in combination with other technical textiles as shading elements against extremely heavy solar radiation during recultivation of desert areas and therefore as a contribution to solving nutritional problems of the world's population.

5. Implementation of research results by licensing - voluminous elastic mat Structure made of wool

Agricultural products have been used for thousands of years as regrowing raw materials – in processing into technical products as well as for energetic utilisation. A broad range of vegetable or animal products are available. Against the background of steadily increasing energy consumption, environmental problems and the shortage of fossil raw materials, a growing interest as well as demand in renewable materials is noted. This is due to the different advantages in using these materials, such as protection of natural and fossil resources, establishment of material cycles, and decrease of waste amount, worldwide availability and creation of jobs in rural areas.

An example to use regrowing materials from sheep was topic of a national research activity done by STFI “Investigation to optimize properties of insulating ropes from non-spinnable sheep wool” which was carried out from 1995 to 1996. High-quality and expensive sheep wool is used for most of the common woollen products. For short-fibre, non-spinnable sheep wool only a few suitable processing methods and application fields were available. These fibres occur as carding and combing fly or as wool from sheep bred for meat production and cannot be processed into garn. Solutions were found to process sheep wool ropes into mat-like fabrics within the project.

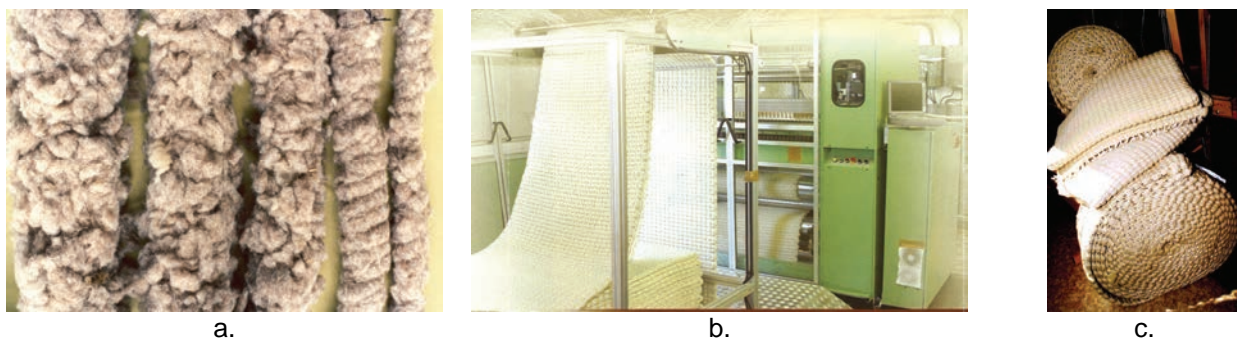


Figure 5: a); b) and c) Voluminous elastic mat structure made of non-spinnable wool ropes

The voluminous, resilient mat structure shown in Figure 5 consists of a one-by-one warp knit of an extremely coarse structure. For this purpose a special processing technology was developed and a Raschel machine with appropriately dimensioned knitting tools was adapted. Ropes from wool fibres consisting of an elastic, loose fibre structures shaped to resemble ropes are produced by a special sheathing technology, the KEMAFIL[®] technology, and are later on processed on coarse warp-knitting Raschel machines into mattings wrapped by a cover made of natural fibres.

The innovative mat structure was patented in several countries. Firstly, a national patent in Germany was filed followed by a European patent application within the priority year (DE19827594, day of filing: 20.06.1998; EP 0972872, day of filing: 15.06.1999). The patent was granted as European patent EP0972872B1 on 19.12.2001. The granted EP patent was validated for 14 countries (Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Greece, Great Britain, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Portugal, Spain, and Switzerland). At this time national support was given when applying IPR Europe-wide for the first five years to establish German products on the European market. Therefore, most of the European countries considered as important market could be covered by protected IPR.

For market implementation, a start-up company called Erwotex GmbH was founded to produce, to develop and to distribute such products. The company production site and headquarters were located in the Ore Mountains. The IPR was licensed to start-up Erwotex and the company used non-spinnable wool from the farmers of the region and created first products for different applications as shown in Figure 6.

The innovative matting products consist at 100% of a reproducing material, of sheep wool. The natural properties of sheep wool, like high moisture absorption and outstanding thermal insulation, can optimally be used. The mat structure is providing a very high retroactivity and is used preferably as a seating and laying

surface. A massage effect caused by processing of fibre ropes, good dimensional stability and washability are some of the properties of the matting. Application fields are for medical purposes, in the care of old people or children. A healing effect due to the active ingredient Lanolin being part of the wool fibre was confirmed.



a.



b.



c.

Figure 6: a) and b) Examples of woollen products; c) logo of Company ErwoTex, the producer

Local product acceptance and selling, especially on Christmas markets were successful. However, negotiations with large natural clothing companies or warehouses to introduce such products into their catalogues failed because of the price of the products and other reasons. The marketing concept of ErwoTex was not aggressive enough and to establish new distributing channels took a lot of effort. Unfortunately, in 2002 the disastrous flooding completely damaged the production site. To refinance this investment by governmental support and debt capital was a serious task. The high financial obligations and the missing orders for large quantities were above others the main reasons to close the company in 2006. Thus, the promising innovation in regrowing raw materials which could have been able to create jobs in less developed rural area was not a success story in the end.

6. Implementation of research results by funded transfer project - Greening of Railway Tracks by Means of a (Re-)moveable Textile Plant Bedding System

The innovative greening system of railway tracks was developed within the interdisciplinary framework of BMBF-Research project supported by the Federal Ministry of Education and Research in co-operation with STFI e.V. and Institute of Agricultural and Urban Ecological Projects at Humboldt University Berlin (IASP). It represents the very first non-destructive removable greening system for the sleeper-in-gravel-bed railway tracks of the public urban traffic. The whole textile production chain of manufacturing nonwovens and a knitted fabrics company were integrated in the framework just as a horticultural company, track construction firms and a public transportation service as end user. The Institute of Air and Cryogenetics was integrated for aerodynamic problems.



Figure 7: Reference object - Greened Railway Tracks in Chemnitz

The installation of a vegetation system in railway tracks is becoming more and more important in making concepts for townscape development. The objectives are to limit sealing and to improve the climatic conditions in towns. The creation of natural raw surfaces will reduce the propagation of sound and retention of fine dust in towns in accordance with EU directive. The main functions of such a textile vegetation system for railway track greening are: protection of the gravel bed, noise reduction, storage of water.

Besides, an optical aesthetic enhancement and positive effects for the town climate will be reached by the retention of a high amount of the annual precipitation. In parallel with this, a remarkable decrease in costs can be achieved by lowering discharge costs. Furthermore, noise reduction up to 3 dB is possible directly at the point of origin.

The current existing vegetation systems are not suitable with the widely found structure sleeper-in-gravel-bed. For this purpose a removable textile structure highly stable in its position and based on a textile warp-knitted soilless plant bedding mats has been developed. This system can be removed to allow work at the tracks or service without any destruction caused and with easy repositioning after it. A further advantage is the protection of the gravel bed against fine-particles (e.g. sludge sprayed by passing cars).

The target vegetations of this greening system are native species of succulents (Sedum species). This low growing, frugal vegetation would not need any additional irrigation (water storage capacity up to 23 l/m²). The internal construction of the greening-system with the adjustable water balance and root grow preventing layer will inhibit unwanted vegetation like high growing grass or sprouts of trees by targeted desiccation. The greening-mat manufacturing is based on a knitting technology. High requirements to dimensional accuracy demanded to modify the equipment and technology. Tests have shown that the novel textile greening system is well suitable for use in railway track greening.

The novel development of textile greening mats contributes to enlarge the application areas of technical textiles. The key-technology is the knitting-technology by use of nonwovens as basic material. About 10% of railway-tracks in public transportation of major towns can be greened by this textile vegetation system.



Figure 8: Reference object – Selected vegetation for Greened Railway Tracks in Chemnitz

After finishing the development projects it is of great importance to implement the achieved results on the market and to get access to related market segments. The developed product has to be industrialized. In 2007, the Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development (BMVBS) initiated an innovation competition “Economy meets Science” to support projects aiming at a speeded-up transfer of research results into the market. Within this competition the project “Development of novel organisation and communication methods of technology transfer at the example of textile plant bedding mat for railway tracks” was funded.

Objective of the transfer project is to establish a network with all partners included in the transfer process. Eleven partners are involved in the project from research institutions (textile and urban development), producers (mat producer, pre-cultivation), and system provider (service provider, distributor) up to end-users (transportation companies). The network works intersectoral and customer-oriented. The research institutions provide the content of transfer whereas the companies determine the implementation of the research results due to their economically oriented needs. Main topic of the network activities are the get-together of experts, the exchange of experience, common analysis and assessment of existing problems and the search for problem solutions.

Demonstration objects were established together by all network partners to show on the one hand the properties of the plant bedding mat and on the other hand to determine problems and to organize process flow more effective. An information and cooperation platform was developed. It is advantageous that a broad range of experts from different special fields work together and the market implementation of the results is distributed horizontally. The system provider will be qualified by the whole network. PR activities are done together and project is presented at fairs and special seminars. Accompanying measures are coaching, training and qualification of all network participants. Furthermore, the sustainability of cooperation is given through intensifying contacts between all partners leading to new project ideas and future cooperation. The transfer project is still ongoing and will be finished in April 2010.

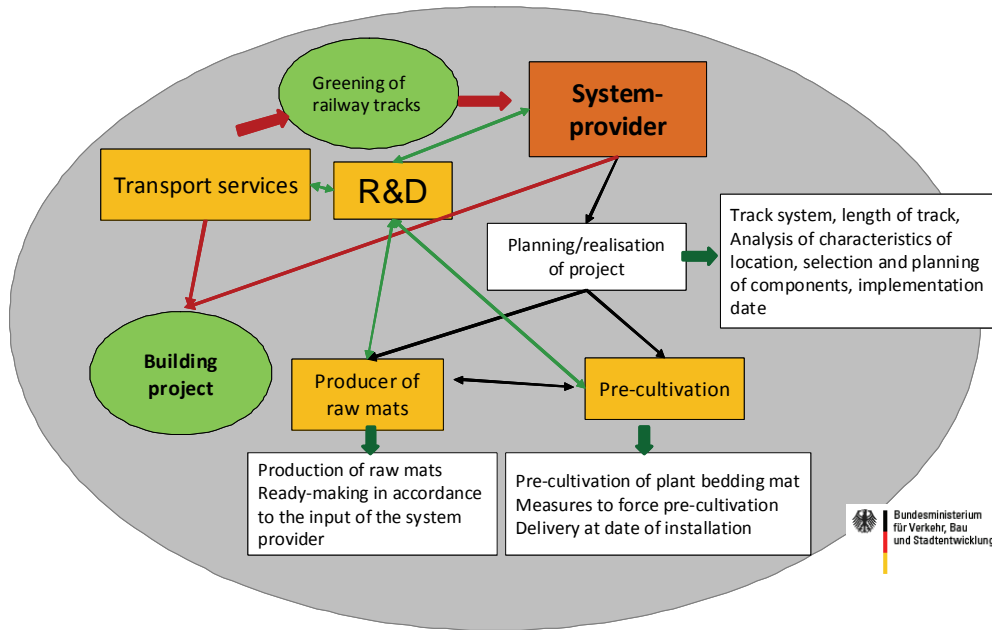


Figure 9: Cooperation of network partners in the transfer process

7. Implementation of research results using complete transfer of IPR to a patent pool

A professional way of transferring research results can be chosen when a great number of IPR exist which show potential to be introduced into the market. In a first step, the IPR in question gets a technological and monetary judgement by professional experts of the chosen organisation or patent pool company. The strategy of such a company is to negotiate IPR transfer or licensing agreements with targeted industrial partners in order to generate additional revenues for the company and the IPR owner.

The whole process according to [3] can be divided into three phases:

- 1) **Patent Selection Phase:** Task is to analyze the IP portfolio of the IPR owner to identify those patents having the highest licensing revenue potential. The methodology is based primarily on state of the art studies and comparisons across new industries. Patent selection is usually the starting point in the process.
- 2) **Opportunity Assessment Phase:** Task is to identify and assess the “transferability” of selected IPR to other industries primarily by technology assessment managers, strategic and market analysts, and network of outside industry and technology experts. The licensing routes for those selected patents determine then on-competing industries into which the IPRs can be transferred.
- 3) **Revenue Generation Phase:** For the target industries identified, business development activities are necessary to reach the final signature of licensing agreements, including partner identification, initial technology discussions, the management of proof-of-concept testing, and responsibility for legal and financial negotiations.

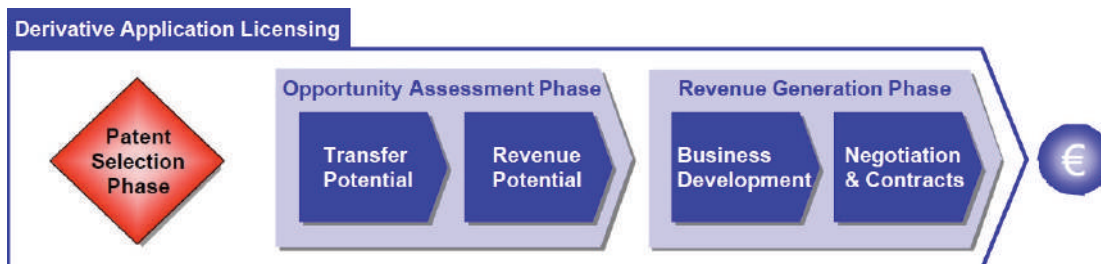


Figure 10: Phases of professional IPR Transfer Process [3]

For example, Steinbeis TIB is the leader in the international patent exploitation and evaluates patents with marketing potential for Alpha Patentfonds, and exploits these worldwide. A team of specialists includes over 50 experts for patent-relevant issues. These experts originate from numerous different specialist areas and

gain experience in the evaluation of technologies, markets and industries. A prerequisite is that patents have been granted and a residual time of the patent of at least eight years has to be fulfilled. The following steps for two different procedures according to [4] will be taken into consideration:

Procedure I

Agreement on the patents to be assessed
Signing of Letter of Intent
Preliminary analysis based on the provided information
If necessary, further informational inquiries at the company
Patent, marketing and technology research carried out by Steinbeis Association experts
Preparation of the patent potential analysis
Selection/structuring of the patents to be exploited.

Procedure II

Negotiation and signing of the exploitation agreement
Assumption of maintenance fees
Preparation of exploitation scenario and patent memorandum
Research and contacting of buyers/licensees
Conclusion of LOI (Letter of Intent) with buyer/licensee
Due Diligence by buyer/licensee
Conclusion of purchasing agreement/licensing agreement
Pay-out of proportional exploitation profits.

The advantage within the Steinbeis Association is the access to the international network and the top corporations, i. e. potential buyers or licensees. The Alpha Patentfonds carries the costs for international patent maintenance on the behalf of the IPR owner and gives grant-back licenses to ensure that operations run smoothly. Steinbeis TIB, as an experienced partner in patent exploitation, will optimize the value of the patent by combining with other industry-relevant patents. This achieves high sales revenue with the aid of professional international patent exploitation.

8. Conclusions

It could be demonstrated that transfer of research results in general is a challenging issue. Manifold ways are possible for the market introduction of innovative technical textile solutions. Besides different joint initiatives and according to selected IPR to protect RTD results, the right instrument for technology transfer has to be chosen. Some examples for transfer of research results of Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. Chemnitz could be given in the paper, especially for licensing IPR and professional international patent exploitation.

References

- [1] Available from www.sachsen.de Accessed: 2009-12-5
- [2] Available from www.malitec.org Accessed: 2009-12-5
- [3] John Schulten, Derivative Application Licensing, Metapoles Optima Innovation, Available from www.optinnov.com Accessed: 2009-11-15
- [4] Steinbeis TIB, Available from <http://steinbeis-tib.com> Accessed: 2009-11-15, printout of wording from 17.12.2009.

STRATEŠKA REORIJENTACIJA TEKSTILNIH TVRTKI UZROKOVANA TEHNOLOŠKIM INOVACIJAMA

TECHNOLOGY INNOVATION BASED ON STRATEGIC REORIENTATION IN TEXTILE COMPANIES

Miquel Angel PEREZ

Sažetak: *Vrijednosni sustav na području tekstila primarno uključuje tri područja primjene: tekstil za izradu odjeće, kućanski tekstil i tehnički tekstil. Održivi scenarij za tekstilno područje uključuje strukturalne promjene i strateške odgovore. Ovaj scenarij može razvijati nove tehnologije, izradu i upravljanje markama proizvoda (brendovima), orijentaciju tržišta tehničkog tekstila i internacionalizaciju. Što se tiče uloge tehnologije, pojava novih vrsta vlakana različitih karakteristika, novih procesnih tehnologija, novih tehnika površinske modifikacije i stvaranja novih mogućnosti prerade tekstila otvara nove mogućnosti za nova tržišta potrošačke robe za industrijske i tehničke namjene. U ovom radu razmotrit će se prednosti i nedostaci ovih strateških reakcija i njihov doprinos održivom razvoju sektora i doprinos durgim ekonomskim područjima. Osim toga, dat će se neke preporuke za strateški pomak koji se temelji na iskustvu vodećih tvrtki i njihovim uspješnim i neuspješnim reakcijama.*

Abstract: *The value chain of textiles primarily leads to three application areas: clothing textiles, home textiles and technical textiles. Sustainable scenarios configured for the textile sector are structural change scenarios and strategic responses. This scenario can develop new technologies, brand creation and management, technical textiles market orientation and internationalization. Regarding the role of technology, the emergence of new types of fibers with different characteristics, new process technologies, new techniques for surface modification and engineering new possibilities for textile processing opens opportunities to create new markets for consumer goods for industrial and technical applications. In this paper, we will discuss the advantages and disadvantages of these strategic responses and their contribution to the sustainable development of the sector and its contribution to other economic sectors. In addition, some recommendations for a strategic shift based on the experience of leading companies and their successful and unsuccessful responses will be given.*

Ključne riječi: *tehnološka inovacija, strategija, reorijentacija, poslovne mogućnosti, tekstilna poduzeća, tekstilna tehnologija, tekstilna mala i srednja poduzeća (MSP)*

Keywords: *technology innovation, strategy, reorientation, business opportunities, textile companies, textile technology, textile SME*

1. Introduction

The textile sector, with a total of 170,000 businesses across the EU, of which 96% is within the European monetary system, covers an important industrial area, producing a multitude of consumer and industrial products. The textile sector uses highly specialized production processes and knowledge-intensive and related technologies.

Unlike certain European industries, the textile industry is a world leader in using technology, innovation in products and processes, including fashion creation and other innovative “non-technological” activities.

On January 2005 the complete globalization of trading in textiles was formalized. This occurred gradually as a result of the successive MFA (Multifibre Arrangement) agreements. Although this globalization was expected to produce relevant impacts, it indeed produced irreversible changes and consequences for the textile industries of developed countries.

In Figure 1, it is possible to observe a progressive destruction of the Spanish textile industry.

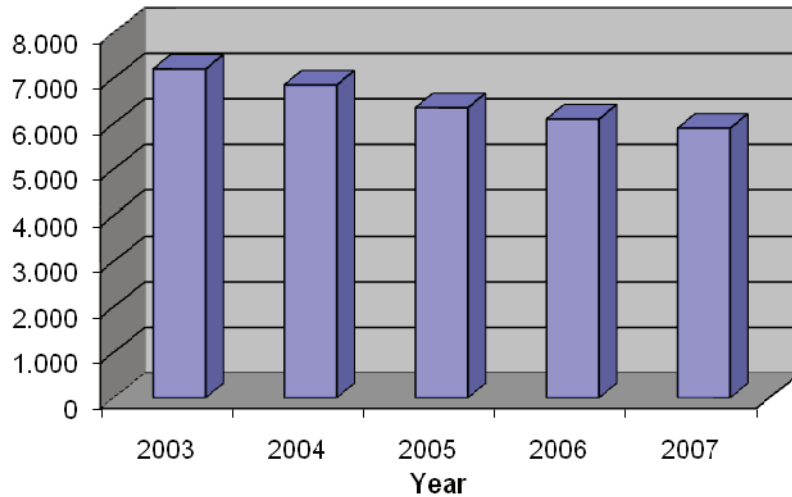


Figure 1: Number of textile companies in Spain. Source Cityc.

This led the Spanish textile companies to become less competitive; so they are analyzing new options to adapt to the new market conditions.

In a recent study, three possible scenarios for the Spanish textile sector appeared:

- Unsustainable scenario, it means no response of the companies to the new market conditions. So, the industry structure does not change substantially. Production and employment are reduced, imports and exports are increased and the trade deficit rises, too.
- Defensive scenario presents a structural change in the sector. It means that the companies adapt to the crisis introducing defensive strategies and cost-based competition. Production and employment are maintained, productivity, product quality and price of exports are increased. There is an increase in exports, a reduce in imports and an increase in product's added value.
- Proactive scenario represents a structural change in the sector. In this scenario, companies are adapting to globalization, the productivity and the salary levels increase, while the trade deficit is reduced.

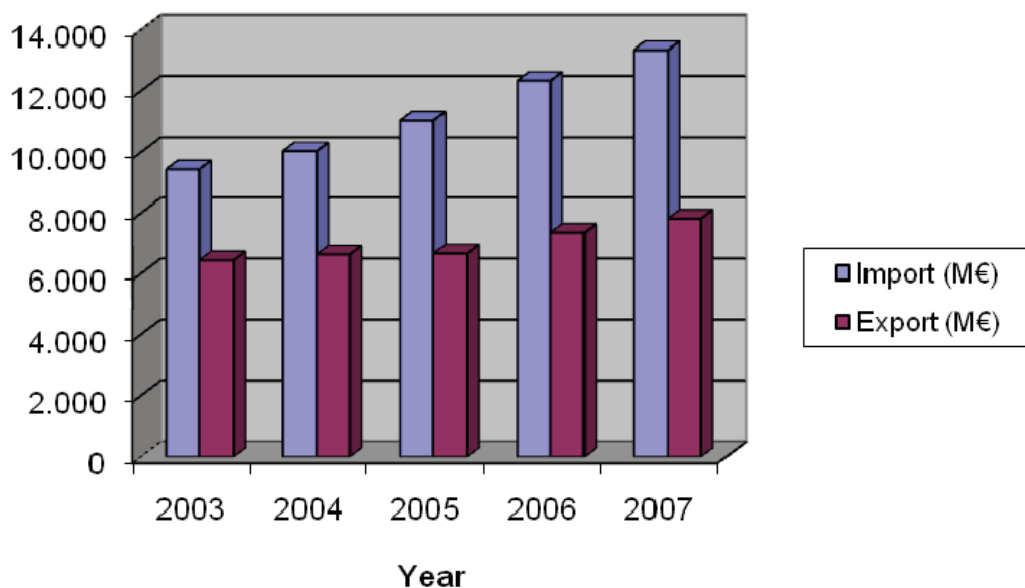


Figure 2: Import and export activity in Spanish textile sector. Source Cityc.

When these scenarios are presented to textile companies, especially to the SME (small and medium enterprises), there is an acceptance regarding the presented scenarios but there is not an appropriate response at the strategic level. Their passivity leads them towards unsustainable or defensive scenarios, which could include the disintegration of the industrial plants, as presented in Figure 2.

In order to raise the awareness of the companies toward proactive and defensive scenarios and while bearing in mind the SMEs, clear management responses and coaching at the level of strategic thinking and structural change processes are required.

The framework of this study focuses on the textile sector, although it can be extended to any other field having a strong reliance on the value chain of activities such as automotive or construction sector. Moreover, it provides guidance for organizations related to innovation and economic development.

2. Methods

This is a compilation of existing information. , We took into consideration our earlier work on textile markets [1], expert opinions and interviews with managers of textile companies. This was a 4-year work done within the framework of projects developed in Spanish companies including the regions of Catalonia, Castilla La Mancha and Galicia.

Through this experience, we sought to obtain a methodology to effectively diagnose the potential for business reorientation. For developing this methodology a bottom-up approach was used: the initial objective was to find the potential strategic responses that could be recommended and the final scope was to find out how they could overcome the actual capacities of the company.

3. Results

3.1 Strategic responses

3.1.1 Technological innovation

The three main areas of technological innovation in textile sectors are: fiber-forming materials, structures and processes. The emerging of new types of fibers with different characteristics, new process technologies for the manufacture of yarns and fabrics, new techniques for surface modification of textiles, and new engineering solutions for the development of textile-plant complexes opens opportunities to create new markets of consumer goods for industrial and technical applications.

Table 1: Main textile technological areas and examples

Technological areas	Examples
Fiber-forming materials	High performance fibers with physical or chemical properties much more superior to conventional fiber
	Fibers with special functions for adding additives to provide functionality of the tissues
	Nanotechnology makes possible the formation of new fibers where properties of several textile materials are combined
Structures	Nonwoven
	Coatings and laminates
	Three-dimensional fabrics
Processes	Enzymatic treatments (biotechnology)
	Graft
	Plasma

Some examples of technological innovation: Thermoregulatory clothes are presented in Figure 3.a). The user's temperature is controlled by the addition of Phase Changing Materials (PCM) that is applied as a finishing treatment.

New generation of personal protection equipments derived from the production of thermo resistive fibers that protect from fire, flame and high temperature is presented in Figure 3.b).

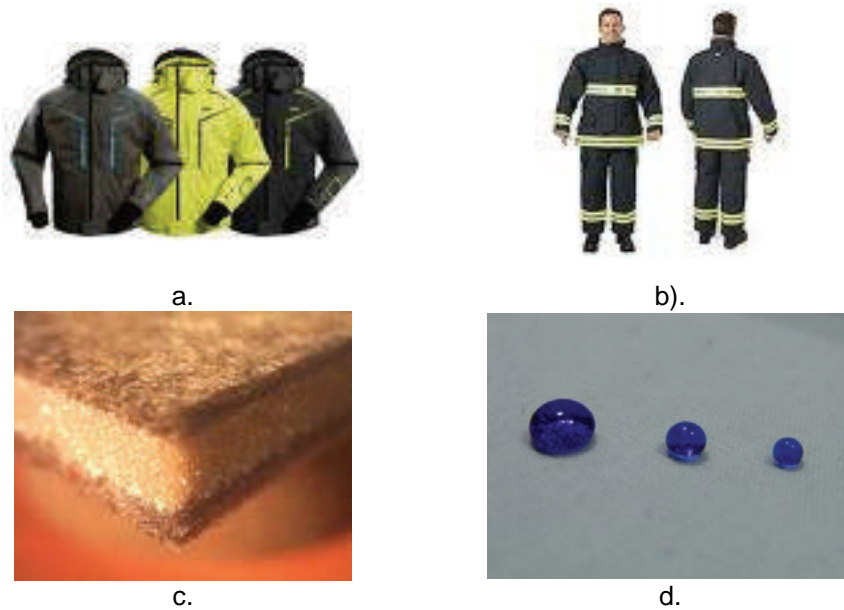


Figure 3: Examples of technological innovation

A laminated textile that gives breathable and at the same time waterproof performance is presented in Figure 3.c), for that reason it can be used for sport or protective clothes. In Figure 3.d), the effect of plasma treatment of a textile surface which enables liquid repellence as an additional textile property can be seen.

3.1.2 Product image improving

The strategy of the improving of product image encourages the creation of profit from a range of products by empowering certain characteristics or properties of the same..

Own brand creation:

The creation of a brand is one of the strategies with increased number of followers, especially in the areas of apparel and home textiles. Formerly, a brand's particular aesthetic was identified. Currently, the trend is to create a brand that generates added value through the use of new fibers or special finishes. By obtaining licenses to use fibers or specific treatments, companies benefit from the marketing actions taken by international production companies along with giving a personal touch to their own product.

Ecological value adoption:

The increasing public awareness about the issues related to environment, e.g. health, renewable resources, led to the emergence of a new growing market segment. The Eco-abbreviation, used as a prefix to the word organic, has become a publicity gimmick to promote the products and/or environmentally friendly processes. It enhances the ecological, sustainability, ethics, and in some cases, one speaks of "ethical textiles" or "moral textiles."

Ecological values are manifested throughout the industry value chain: fiber, yarn, fabrics, which are transmitted to both finished products as apparel or home textiles.

Distribution:

When possible the vertical integration down the value chain of the textile sector reaching distribution is a strategic choice that incorporates the company, in addition to the economic benefits of a strong capability to manage its resources and a direct receipt of inputs from the market.

Some examples will be shown.

Case 1. A company that produces bed products, such as bed linens, has an opportunity to apply anti-stress and thermoregulation properties to its basic products. To exploit this kind of products, it is better to make a specialized brand for special properties products. The action will differentiate its commodity (and low margin) products (linens) from new high technology.

Case 2. A company which manufacturing is done in China for margin reasons but does not have a cloth brand well established. To survive, this enterprise should control the distribution chain. One possible action

could be an opening of a point of sale mesh network for controlling directly its distribution, so its brand action would be a brand for point sales.

Case 3. A company having a line of production based in ecological fibers as jute or hemp. One action could be to improve the line image: getting an eco-label certification and an eco-brand.

3.1.3 Orientation of the Technical use textile market

The search made by the company to reach new markets for textile products could be oriented in any of the following sectors:

- Sport and recreation
- Agriculture and fishing
- Civil engineering
- Construction and architecture
- Automotive
- Personal protection equipments
- Packaging and good transportation
- Medical-sanitary-hygiene
- Industrial applications.

The textile sector is complex and various. This complexity is due to the nature of the products, the structure of markets, the distribution channels, the existence of prescribers, the key success factors of competitors and other multiple factors.

The introduction of products by a company in any market of technical textiles can not be the result of an impulsive decision, but the result of a market analysis and business capabilities. The several cases are shown below:

- The success factors of competitors, or the reasons that make some companies more successful than others, are not analyzed.
- Market needs are not detected properly.
- The market segmentation is not correct. So, new products are targeted to a market segment that is not appropriate. This occurs if the aspiration is to cover all segments despite the fact that each new product is geared to a particular segment.

Some examples of new product introduction are presented below:

- If the process of covering is added to a company that produces nonwoven fabric for the footwear market, creation of nonwoven covered fabrics (waterproof fabrics) for the construction market is the final result.
- In the case of a company that produces fabric for clothing market not willing to change the type fiber, it might be possible to produce fabrics with additional properties, such as fire resistance, and to fine-tune the product for personal protection (professional clothing).

3.1.4 Internationalization

Internationalization is a strategic option that any textile company should adopt to find new ways of marketing their products.

New market entrance:

For European companies, finding positive effects of globalization leads to reciprocity in the market entry of emerging markets, with products backed by criteria of origin, quality, innovation and also for the growing consumer segments of these countries with high purchasing power.

The international procurement, in fact tendering, is a market with acquisition processes of textile products by public authorities of a country or international organizations (multilateral) in official processes that are open to other state participation and that should not be ignored.

New customer relationship concept:

International expansion is possible with many options from low to high commitment: such as putting its trust in a representative multi-brand in each market countries potentially attractive to the opening of subsidiaries in the foreign country. In any case, especially for the markets in countries with less Europeanized cultures, the customer-company relationship, receiving inputs to guide the product to the idiosyncrasies of consumers is critical to the success of the actions of internationalization.

Enterprise cooperation:

Any union between companies (from the joint venture to the merger) offers of a broader product portfolio, as sharing marketing costs, etc. is essential in the global market. Often the costs of an effective internationalization are not assumable by a single company or the level of commitment to the markets is not enough, the chances of any type of partnership with local manufacturing or distribution companies, is the most suitable option for the development of markets in other countries.

Some examples of internationalization:

Let's think about a fabric manufacturer for personal protection market. There is a growing up demand in developing countries on personal protection for public administration. This company could participate at international tenders to supply public administrations. This is a way to expand to other out markets.

Another way to internationalize is by opening a subsidiary. For example, an awning manufacturer that foresees a potential market in US for solar protection products opens a subsidiary in California.

Another example is a classical textile finishing company that discovers a company dealing with plasma treatment technology and looking for licensors. This company finds interesting that technology rending it suitable to its core business, so the company makes a joint-venture with the plasma-treatment company and gets also an exclusive right for the Spanish market.

3.2 The RETO methodology

The RETO methodology is the result of standardizing the work done by Leitat and its collaborators during the four years of consulting activities for several companies.

The aim of the RETO methodology, that means "challenge" in Spanish, is to help the company to change its outdated strategies and climb up the pyramid towards greater differentiation, as shown in Figure 4.

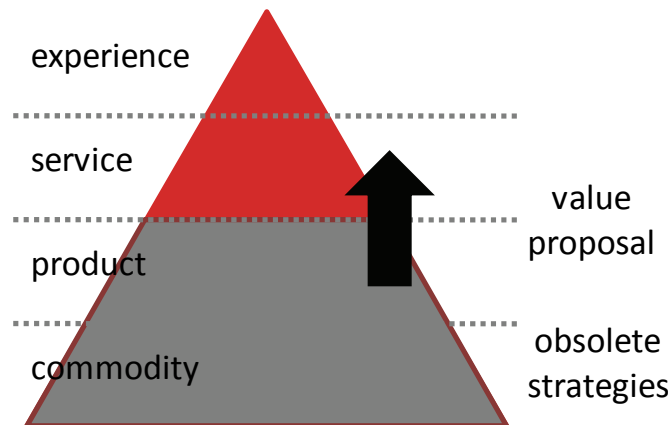


Figure 4: Value proposal pyramid

The commodity is a good for which there is demand, but that is supplied without qualitative differentiation across the market. Commoditization occurs when a good or service market loses differentiation across its supply base, often by the diffusion of the intellectual capital necessary to efficiently acquire or produce it. The production of commodities in countries as Spain is an obsolete strategy because the margins are based on low costs related to work and energy. Climbing up the pyramid means to invest in differentiation and intellectual capital.

The methodology is based on the theories of Michael Porter on the competitive forces [2], where the rivalry between the competitors is determined by the new entrants, substitute products and services and bargaining power with customers and suppliers.

In order to allow a good analysis, the following input parameters were taken into account (see Figure 2): company's own analysis, sector analysis and the role of new technologies. Specifically, as emerged in the study of the sector in Spain, the technology becomes a driving force for the reorientation of business and is included as an input parameter.

In the case of a textile sector, the analysis is summarized in a series of sheets expressing the market value chain, the main barriers to entry; taking into account the technological application in the textile sector up to the fashion and home textiles markets.

The company analysis is performed by classical diagnostic tools, measuring –from a qualitative point of view- the ability to carry out the change through management and –from a quantitative point of view- those axes that may be more attainable for the company. The axes are: targeted market, product innovation, process expertise, technical expertise of the team. The score of these axes can form suitable combinations for properly redirecting the company business.

The state-of-the-art review was based on the technological know-how available in the Technological Center LEITAT.

Once you have this information summarized in a SWOT diagram, it is presented to the company to confirm its validity and commit a budget for the challenge that the company is going to face. Then, we must develop alternative strategies based on the above SWOT diagram and budget limits. From experience, this point can only be solved in a timely manner with a very intense participation of both experts and company managers. In LEITAT, this committee of experts was established taking into account the following areas: innovation, textile market, textile certification, textile finishing technologies and smart textiles.

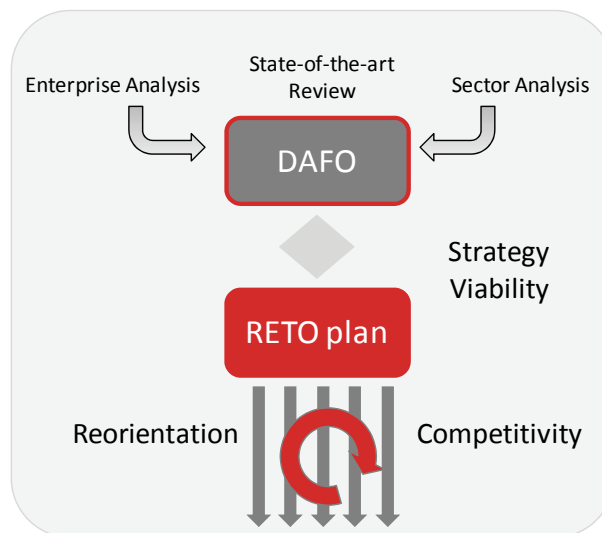


Figure 5: RETO methodology workflow

A selection of strategies with two filtering points, reaching the first point with a number not less than 10 and the second point only 2 or 3 is presented.

The choice of the option generating a strategic reorientation of the company is followed by the classic pattern of a strategic plan that involves establishing a mission and a vision, a mission statement and a program of activities for 2-3 years with a revised budget overview minimum commitment.

4. Conclusion

Strategic reorientation options for textile companies, in order to adapt to the new model of international trade flows, requires from a company to adopt a competitive strategy that responds to the need for structural change posed by both the most positive and negative scenarios.

The four strategic response options discussed in this work are not exclusive, but complementary, and the possible interpretations that point to each of them must be often complementary.

In summary, 10 general recommendations for the Spanish textile companies are listed:

1. Technology management and a substantial investment in R & D are the main resources of the company competitiveness.
2. The company must practice technology watching, and use it as an essential tool to raise their innovation policies.
3. The Technology Centers are a vital support for companies, in order to share their resources for monitoring innovation, new product development and process innovation.
4. The analysis of market segmentation, the perception of consumer needs and understanding of key success factors of competitors, are essential for defining the competitive strategy of each company.
5. Brands, in clothing products, and the technical specification in the semi-finished textile products are important differentiators.
6. The downward vertical integration, the approach to the distribution of its own products, to direct selling in the case of textile products is a competitive strategy that has to be seriously considered.
7. The technical textiles market, where the differentiation of its product is made on the basis of its functionality rather than its aesthetic criteria, is an opportunity for adding value to more differentiated products.
8. The internationalization of business, from both markets and supplies or process outsourcing perspective, is a response to the globalization of competition.
9. Internationalization requires an adaptation of product management, from design to marketing, up to the idiosyncrasies of each country's market. Export is not selling our products abroad, but an option to respond to the needs of a consumer with an idiosyncrasy far from its own country market and local clients.
10. Business cooperation -achieving sustainable synergies among abilities and skills of different companies along the industry value chain, within the country or among countries with attractive markets and even with competitors- is a competitive strategy in the desired proactive scenario expected from the Spanish textile sector.

These 10 recommendations can be summarized in two:

- Innovation and internationalization are the answers to the changing environment of the Spanish textile sector.
- Act accordingly.

References

- [1] Detrell, A.: *Model conceptual per a la selecció d'opcions estratègiques en el sector de tèxtils d'ús tècnic*. Terrassa: Universitat Politècnica de Catalunya, PhD Thesis (2007)
- [2] Porter, M. *Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors*, Free Press (1998), p.39, ISBN 0684841487

MOGUĆNOSTI SUFINANCIRANJA PROJEKATA HRVATSKOG TEKSTILNOG SEKTORA

CO-FINANCING POSSIBILITIES FOR CROATIAN TEXTILE SECTOR THROUGH EU FUNDS AND COMMUNITY PROGRAMMES

Gordana PRUTKI-PEČNIK

Sažetak: Ovaj članak daje pregled mogućnosti sufinanciranja znanstvenih, tehnoloških i razvojnih projekata hrvatske tekstilne industrije kroz EU prepristupne fondove, programe Zajednice, regionalne programe i europske tehnološke inicijative. U članku se razlažu programske podloge svakog od trenutno dostupnih fondova, njegova namjena i svrha financiranja, te uvjeti sufinanciranja - natječajna procedura, eventualni posebni uvjeti dostupnosti, razina sufinanciranja, potrebna partnerstva i očekivani rezultati projekata. Članak daje usporedbu prikazanih izvora financiranja obzirom na dostupnost i pogodnost financiranja za pojedini tip projekta, te komentira mogućnosti sufinanciranja projekata iz više izvora. Prikazana je mogućnost suradnje znanstvenih ustanova i poduzeća kroz primjere sufinanciranih projekata. U zaključku se komentira dosadašnja uspješnost i praksa financiranja domaćih projekata kroz ove izvore financiranja.

Abstract: This paper provides an overview of possibilities of financing scientific, technology and development programs of the Croatian textile industry through pre-accession funds, EC programs, regional programs and European technology initiatives. The paper describes the program outlines for each of available funds, the purpose and scope of financing, as well as conditions for co-financing – call procedures, possible special availability requirements, levels of co-financing, required partnerships and expected project results. The paper presents a comparison of presented sources of financing with regard to availability and convenience for a particular type of the project, and discusses possibilities for co-financing the project from multiple sources. Also, the possibility of cooperation between a number of organizations and companies is presented through the examples of co-financed projects. This paper also comments on the present practice of financing domestic projects through these financing sources.

Ključne riječi: sufinanciranje, EU fondovi, IPA, FP7, CIP, EUREKA

Keywords: co-financing, EU funds, IPA, FP7, CIP, EUREKA

1. Uvod

Približavanjem Hrvatske europskim integracijama, sve češće se postavljaju pitanja o dostupnosti europskih fondova i mogućnostima financiranja projekata u raznim gospodarskim i društvenim sektorima. Hrvatskoj su vrata prema europskim integracijama otvorena potpisivanjem Sporazuma o stabilizaciji i pridruživanju u listopadu 2001. godine, te u nastavku, potpisivanjem Sporazuma o europskom partnerstvu s Hrvatskom u travnju 2004. godine. U lipnju iste godine odlukom Vijeća Europe Hrvatska postaje zemlja kandidat za članstvo u Uniji, te se u listopadu prihvaća prepristupna strategija za Hrvatsku. Ti su nam ključni događaji otvorili i mogućnost korištenja prepristupnih fondova EU, te sudjelovanja u odabranim programima Zajednice, na temelju iskazanog interesa.

Izraz „fond“ generalno podrazumijeva izvore financiranja iz proračuna EU. Fondovi EU su bespovratna sredstva iz proračuna Europske unije namijenjena provođenju različitih politika i strategija EU. Ovisno o zemljama korisnicama te posljedično namjeni sredstava, razlikujemo tzv. Programe pomoći, Prepristupne fondove i Strukturne fondove. Programi pomoći (kao npr. CARDS program) namijenjeni su zemljama nečlanicama s ciljem provedbe političkih, gospodarskih i institucionalnih reformi. Prepristupni programi (Phare, ISPA, SAPARD, IPA) namijenjeni su zemljama kandidatkinjama za članstvo te djelomično zemljama potencijalnim kandidatkinjama, a uz provedbu institucionalnih i gospodarskih reformi te usklađivanje s pravnom stečevinom Europske unije imaju za cilj i institucionalno pripremiti zemlju kandidatkinju za korištenje Strukturnih instrumenata nakon ulaska u EU. Strukturni fondovi namijenjeni su zemljama članicama Europske unije, a krajnji cilj im je postizanje ujednačenog razvitka unutar EU i jačanje konkurentnosti europskog gospodarstva.

Od 2000. godine Hrvatska je korisnica programa pomoći CARDS te pretpristupnih fondova PHARE, ISPA, SAPARD i IPA. Nakon ulaska u članstvo EU, Hrvatska će moći koristiti Strukturne fondove i Kohezijski fond EU. S druge strane, Programi Zajednice predstavljaju aktivnosti koje Europska Unija provodi s ciljem promicanja suradnje između država članica u različitim područjima koje se tiču zajedničkih EU politika.

Programi Zajednice u pravilu su namijenjeni državama članicama Europske unije koje uplaćuju u zajednički proračun, međutim neki od njih otvoreni su i državama kandidatkinjama za članstvo u Europskoj uniji. Države kandidatkinje koje ne doprinose zajedničkom proračunu EU dužne su platiti članarinu za sudjelovanje u Programima Zajednice. Iznos članarine razlikuje se za pojedini Program i ovisi o bruto nacionalnom dohotku te postotku sudjelovanja u programu (djelomično ili potpuno sudjelovanje), kao i o eventualnom popustu od punog iznosa, u svrhu stimulacije sudjelovanja. S napretkom zemlje u programu, popusti se postepeno smanjuju, ali se paralelno povećava i sposobnost zemlje da "povuče" više sredstava iz programa. Iznosi članarine za sudjelovanje Republike Hrvatske u Programima Zajednice dijelom se uplaćuju iz pretpristupnog programa IPA.

Za provedbu Programa Zajednice odgovorne su relevantne Opće uprave Europske komisije, dok je lokalna provedba povjerena nadležnim tijelima (ministarstvima i agencijama) i regulirana je posebnim Memorandumom o suglasnosti, za svaki pojedini program. Programi Zajednice broje više od 90 različitih programa, od kojih je dio otvoren i zemljama kandidatkinjama. Do 2008. god. Hrvatska je potpisala Memorandum o suglasnosti za 15 različitih programa. Dva među njima su od posebnog interesa za tekstilni sektor – Sedmi okvirni program za istraživanje i razvoj (FP7) i CIP program – Konkurentnost i inovacije. O tim će programima biti više riječi u nastavku [1].

Treća mogućnost koja se nudi je sudjelovanje u europskim inicijativama, koje nisu ni programi ni fondovi, već dobrovoljne međuvladine inicijative više europskih zemalja, koje su se okupile oko određenog interesa, i temeljem Memoranduma o suradnji institucionalizirale inicijativu. Najveća takva inicijativa u Europi je tehnološka inicijativa EUREKA, osnovana na poticaj 12 zemalja članica EU 1985. god., a slijedi ju nedavno osnovani EUROSTARS, zajednička inicijativa Europske komisije i EUREKA-e, namijenjena visokotehnološkim malim i srednjim poduzećima.

Inicijative funkcioniraju slično Programima Zajednice, ali su strukturirane po načelu "odozdo-gore" što znači da projektna ideja dolazi od samih partnera koji se dogovaraju o svim načelima suradnje i sami su odgovorni za provođenje projekta. Uloga zemalja članica inicijative je da osiguraju rad informativne kontakt točke, te stave na raspolaganje određena sredstva za sufinanciranje svojih partnera u projektima. Pravila dodjele sufinanciranja i način praćenja projekata diskrecijsko je pravo svake zemlje sudionice u inicijativi.

Od 2000. godine Hrvatska sudjeluje kao punopravna članica u EUREKA inicijativi, te je tijekom 2008. godine pristupila i EUROSTARS-u.

2. Institucionalni okvir za provedbu EU programa i koordinaciju fondova

U svrhu bolje informiranosti i programske koordinacije fondova, u Hrvatskoj su osnovane specijalizirane agencije i uredi zaduženi za strateški razvoj, koordinaciju, raspisivanje natječaja i dodjelu sredstava kroz pretpristupne fondove i strukturne programske fondove EU otvorene Hrvatskoj. Ključno tijelo, s najviše informacija po pitanju strateškog planiranja, je SDURF - Središnji državni ured za razvoj i fondove EU [2]. Slijede nadležna ministarstva odgovorna za provedbu pojedinih programa i informiranje iz svoje nadležnosti, te Hrvatska gospodarska komora, zadužena za povezivanje poduzetnika iz hrvatskog gospodarstva sa sektorskim partnerima iz Europske unije preko European Enterprise Network-a, koji ujedno prati natječaje iz EU fondova na području gospodarstva.

Decentralizirano vođenje programa i koordinacije zahtijeva osnivanje provedbenih agencija - u Hrvatskoj je najviše agencija osnovano u sektoru obrazovanja gdje je središnja institucija Agencija za mobilnost i programe EU, koja je zadužena za koordinaciju programa iz područja obrazovanja od kojih su najpoznatiji TEMPUS, usmjereni na razvoj sveučilišta i njihovih usluga, te ERASMUS MUNDUS, fonda za razmjenu studenata i stipendije. Uz to, Agencija za zapošljavanje je agencija koja treba uskladiti tržište rada Hrvatske s europskim standardima.

Program pretpristupne pomoći (IPA) koordiniran je kroz SDURF – Središnji državni ured za razvojnu strategiju i koordinaciju fondova EU, uz suradnju nadležnih ministarstava za pojedine komponente, dok nadležna ministarstva, državni uredi ili agencije brinu o provedbi programa Zajednice. Tako je primjerice za provedbu Sedmog okvirnog programa za istraživanja i razvoj nadležno Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, u suradnji s Hrvatskim institutom za tehnologije, dok su za provođenje CIP programa nadležne dvije

institucije – Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva za potprograme CIP-EIP i Inteligentna energija Europe, te Središnji državni ured za E-Hrvatsku za potprogram ICT-PSP.

Informativna kontakt točka EUREKA i EUROSTARS inicijativa za Hrvatsku je u Poslovnom centru Hrvatske (BICRO), dok sufinanciranje projekata odobrava Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa. U nastavku je dan pregled temeljnih karakteristika svakog od spomenutih fondova i inicijativa, te pregled mogućnosti financiranja projekata iz tekstilnog sektora kroz predmetni fond.

2.1 Program prepristupne pomoći (IPA)

IPA je specijalizirani instrument namijenjen državama kandidatkinjama i potencijalnim kandidatkinjama, a na snazi je od 2007. godine kada je objedinio i zamijenio CARDS, PHARE i ISPA fond koji su svaki odvojeno pripremali državu za korištenje internih Unijinih fondova jednom kada postanu članice.

IPA je stvorena kao fleksibilni instrument sastavljen od pet komponenti, s glavnim ciljem pomoći u izgradnji institucija i vladavine prava, ljudskih prava, uključujući i temeljna prava, prava manjina, jednakost spolova i nediskriminaciju, administrativne i ekonomske reforme, ekonomski i društveni razvoj, pomirenje i rekonstrukciju te regionalnu i prekograničnu suradnju [3,4].

Program IPA sastoji se od sljedećih komponenti:

1. **Pomoć u tranziciji i jačanje institucija** - predstavlja svojevrsan nastavak aktivnosti iz programa PHARE, podupire aktivnosti vezane uz usvajanje i provedbu pravne stečevine EU te potiče socijalnu i ekonomsku koheziju. Ova je komponenta primarno namijenjena tijelima državne uprave. Nadležno tijelo za provedbu komponente 1 IPA programa je SDURF – Središnji državni ured za razvojnu strategiju i koordinaciju fondova EU
2. **Regionalna i prekogranična suradnja** - cilj prekograničnih programa je rješavanje zajedničkih izazova sa zemljama članicama i zemljama potencijalnim kandidatima za članstvo u Europskoj uniji kroz poticanje zajedničkih prekograničnih aktivnosti. Hrvatska sudjeluje u tri prekogranična programa sa zemljama članicama Europske unije (Slovenija, Mađarska, Italija), tri prekogranična programa sa zemljama potencijalnim kandidatkinjama za članstvo u Europskoj uniji (Bosna i Hercegovina, Crna Gora, Srbija) te u transnacionalnim programima Mediteran i Jugoistočna Europa. Kroz te programe financiraju se projekti koji podupiru lokalni gospodarski razvoj, razvoj novih tehnologija i transfer inovacija, razvoj turizma, zaštitu kulturne baštine, zaštitu okoliša, obrazovanje i socijalnu uključenost te različite druge inicijative lokalnih zajednica. Projekte u suradnji s partnerima iz zemalja članica i zemalja potencijalnih kandidatkinja predlažu uglavnom neprofitna tijela s područja pograničnih županija u Hrvatskoj. Aktivnosti vezane uz IPA prekograničnu suradnju u Republici Hrvatskoj koordinira Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva.
3. **Regionalni razvoj** - sastavnica koja predstavlja nastavak programa ISPA i komponente ekonomske i socijalne kohezije programa PHARE, te financira infrastrukturne projekte većih razmjera na području zaštite okoliša i prometa, kao i programe poticanja nacionalne konkurentnosti te ujednačenog regionalnog razvoja. Ova sastavnica programa IPA predstavlja pripremu za korištenje Europskog fonda za regionalni razvoj nakon pristupanja EU. Provodi se kroz tri operativna programa: Operativni program za promet, Operativni program za zaštitu okoliša i Operativni program za regionalnu konkurentnost.
4. **Razvoj ljudskih resursa** – ova komponenta je prethodnica Europskog socijalnog fonda i financira projekte na području socijalne kohezije u svrhu ostvarivanja ciljeva Europske strategije za zapošljavanje. Prioriteti te komponente odnose se na poboljšanje pristupa zapošljavanju i održivo uključivanje u tržište rada, jačanje socijalnog uključivanja osoba kojima je otežan pristup tržištu rada te unapređivanje ljudskog kapitala i mogućnosti zapošljavanja. Aktivnosti u okviru četvrtne komponente programa IPA - Razvoj ljudskih potencijala - koordinira Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva.
5. **Ruralni razvoj** – ova komponenta neposredno se nastavlja na program SAPARD i osigurava financijska sredstva za projekte primjene pravne stečevine na području poljoprivrede, kao i one kojima se promiče razvoj u ruralnim područjima.

Za razdoblje od 2007. do 2012. godine ukupni iznos financiranja na raspolaganju hrvatskoj kroz IPA fond je 910,2 milijuna EUR.

Tablica 1: Raspored i raspodjela sredstava kroz IPA komponente po godinama [3]

Komponente programa IPA	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.
Pomoć u tranziciji i jačanju institucija	49,6	45,4	45,6	39,5	39,9	40,9
Prekogranična suradnja	9,7	14,7	15,9	16,2	16,5	16,9
Regionalni razvoj	45,0	47,6	49,7	56,8	58,2	59,3
Razvoj ljudskih potencijala	11,4	12,7	14,2	15,7	16,0	16,0
IPARD program	25,5	25,6	25,8	26,0	26,5	27,3
UKUPNO	141,2	146,0	151,2	154,2	157,1	160,4

U pretprijetnom razdoblju EU fondovi su prvenstveno namijenjeni javnom sektoru. Prije svega financira se institucionalna izgradnja (sposobnost preuzimanja EU pravila u nacionalnu praksu, unapređenje načina poslovanja, itd.) kako bi u trenutku pristupanja zemlja imala institucionalne kapacitete za nošenje sa zahtjevima EU. Postoje međutim određene mogućnosti financiranja poslovnog sektora, primjerice u poljoprivredi (komponenta V- IPARD i regionalnoj konkurentnosti (komponenta III)). Pružaju se određene mogućnosti za financiranje projekata malih i srednjih poduzetnika kao i nevladinih udruga kroz provedbu tzv. grant schema - odnosno dodjele bespovratnih potpora (npr. PHARE 2005 „Schema dodjele bespovratne pomoći za poslovnu infrastrukturu“, PHARE 2006 „Podrška jačanju konkurentnosti i poticanje izvoza za malo i srednje poduzetništvo“, PHARE 2006 - „Omogućavanje aktivnog doprinosa sektora civilnog društva u pretprijetnom procesu“). Kroz IPA program također se raspisuju natječaji za dodjelu bespovratnih sredstava. U prvom kvartalu 2009. godine otvoren je natječaj za dodjelu bespovratnih sredstava u okviru komponente III IPA programa - Regionalni razvoj – Operativni program za regionalnu konkurentnost, a takav natječaj se očekuje i u ljeto 2010.

Mogućnost direktnog financiranja projekata iz tekstilnog sektora kroz IPA fond ograničene su na financiranje razvoja znanstvene infrastrukture ili razvoja industrijskih standarda u svrhu povećanja konkurentnosti (kroz gore spomenutu IPA komponentu III c), dok su mogućnosti indirektnog financiranja veće, a odnose se na financiranje projekata prekogranične suradnje, regionalnog razvoja, infrastrukture ili razvoja ljudskih resursa, koji će kao krajnje korisnike rezultata uključivati i tekstilnu industriju. Primjerice, kroz Operativni program za okoliš u komponenti III financirat će se pročistač otpadnih voda, a jedan od glavnih industrijskih korisnika će biti lokalna tekstilna industrija. Drugi primjer je projekt iz komponente IV, razvoj ljudskih resursa, kroz koji će se financirati program dokvalifikacije i zapošljavanja osoba s teškoćama u zapošljavanju, a tekstilna industrija može biti jedan od krajnjih korisnika takvog programa.

Potencijalne mogućnosti za sufinanciranje projekata u tekstilnom sektoru postoje i kroz komponentu II, Prekogranična suradnja, ukoliko dvije zemlje u zajedničkom radnom programu međusobno definiraju suradnju u području razvoja tekstilne industrije kao jedan od zajedničkih razvojnih prioriteta i taj prioritet bude potvrđen od strane Europske komisije.

Pravila sudjelovanja sufinanciranja projekata iz IPA fonda ovise o tipu projekta i shemi sufinanciranja (bespovratna sredstva, financiranje radova, financiranje opreme i sl.), te nije moguće jednoznačno navesti pravila za cijeli program ili iznose financiranja po projektu.

2.2 FP7 - Sedmi okvirni program Europske Unije za istraživanje i razvoj

Sedmi okvirni program Europske Unije za istraživanje i razvoj najveći je europski program Zajednice koji podupire europske politike istraživanja i razvoja. FP7 osmišljen je s posebnim ciljem značajnog doprinosa rastu i konkurentnosti EU kroz suradnju znanosti i gospodarstva. Njegov pristup istraživanju usmjeren je na inovacije i transfer znanja u cilju gospodarskog i tehnološkog rasta.

Tijekom sedmogodišnjeg razdoblja trajanja, od 2007. do 2013. godine, FP7 će usmjeriti 50,5 milijarda eura u europska istraživanja i inovacije.

FP7 se sastoji od četiri osnovna bloka aktivnosti koji čine četiri specifična programa, plus peti, poseban program za nuklearna istraživanja (EURATOM) [5].

1. Suradnja (32,4 milijarda eura) – blok Suradnja ima cilj postići ili konsolidirati europsko vodstvo u ključnim znanstvenim i tehnološkim područjima podržavanjem suradnje između sveučilišta, industrije, istraživačkih centara i javnih službi diljem EU i s ostatkom svijeta. Ključni element u svim navedenim istraživačkim aktivnostima je međunarodna suradnja, u prvom redu između zemalja članica EU i pridruženih zemalja. Ovaj blok je podijeljen u 10 tematskih cjelina, te se za svaku cjelinu objavljuju zasebni natječaji:

- Zdravlje
- Hrana, poljoprivreda, ribarstvo, biotehnologija

- Informacijske i komunikacijske tehnologije
- Nanoznanosti i novi materijali
- Energija
- Okoliš (uključujući klimatske promjene)
- Transport (uključujući aeronautiku)
- Društveno-gospodarske i humanističke znanosti
- Svemir (prostor)
- Sigurnost

2. Ideje (7,5 milijarda eura) – blok Ideje podupire temeljna istraživanja na granici znanosti te ima za cilj osnažiti izvrsnost znanstvene baze EU poticanjem konkurencije između pojedinačnih istraživačkih timova na europskoj razini. Autonomno Europsko istraživačko vijeće (ERC), osnovano 2007. godine, podržava „istraživanje izvan granica“ (“frontier research”) koje provode vrhunski istraživački timovi, pojedinačno ili u partnerstvu, natječući se na europskoj razini u svim znanstvenim i tehnološkim područjima, uključujući inženjerstvo, društveno-gospodarske i humanističke znanosti.

3. Ljudi (4,7 milijarda eura) - blok Ljudi podupire mobilnost i razvoj karijera za istraživače unutar i izvan Europe, te edukacije i specijalizacije. Ima za cilj osnažiti perspektivu znanstvenih karijera, međunacionalnu i međusektorsku mobilnost te obuku europskih istraživača. Aktivnosti programa namijenjene su pojedinačnim istraživačima i istraživačkim organizacijama, a posebno se potiče mobilnost istraživača između sveučilišta i industrije.

4. Kapaciteti (4,1 milijarda eura) – blok Kapaciteti ima za cilj razviti istraživačke kapacitete kako bi europska znanstvena zajednica imala najbolju moguću istraživačku infrastrukturu. Također, kroz potporu razvoju regionalnih clustera orijentiranih prema istraživanju, pomaže razvoju kapaciteta koji su potrebni Europi kako bi postala gospodarstvo temeljeno na znanju. Aktivnosti se podržavaju u šest širokih područja: istraživačka infrastruktura, istraživanje za potrebe malih i srednjih poduzeća i udruženja malih i srednjih poduzeća, regionalna suradnja, stimuliranje istraživačkog potencijala u „konvergentnim“ regijama EU, približavanje znanosti i društva te poboljšavanje međunarodne suradnje.

EURATOM je posebni, peti blok FP7 programa i posvećen je nuklearnim istraživanjima i edukaciji u svrhu razvoja sposobnosti nuklearne fuzije i fisije Europe. Za pristup ovom dijelu programa potpisuje se posebni memorandum i plaća dodatna članarina.

FP7 se, kao i svi ostali programi Zajednice, provodi po načelu “odozgo-dolje” – prioriteta, proračun i vremenski okviri definiraju se centralno, u Europskoj komisiji, uz pravo i obvezu svake zemlje sudionice da putem svojih imenovanih delegata sudjeluje u kreiranju godišnjih radnih programa i nadzoru provođenja. Za svako tematsko područje unutar glavnih blokova izrađuje se zasebni godišnji plan na temelju kojeg se raspisuju natječaji, također zasebno za svaku tematsku cjelinu. Radnim programom definiraju se teme koje će se unutar tematske cjeline pojaviti na pojedinom natječaju, te tipovi projekata koji se mogu prijaviti. Natječaje raspisuje Europska komisija, jednom do dvaput godišnje za svaku tematsku cjelinu. Natječaji su otvoreni 3 do 5 mjeseci, a po zatvaranju se pokreće proces evaluacije i odabira projekata. Evaluacija se organizira i provodi centralno, u Europskoj komisiji, uz pomoć neovisnih eksperata. Proces evaluacije je u većini natječaja jednostupanjski, no za pojedine tipove projekata može biti dvostupanjski. Zbog širokih mogućnosti koje nudi i bespovratnog sufinanciranja u znatnim iznosima, FP7 je vrlo kompetitivan program, s velikim brojem prijavljenih projekata po natječaju. Prosječan postotak prolaznosti je stoga nizak i iznosi oko 15%, s tim da je konkurencija najjača u bloku Ideje. Od zatvaranja natječaja do potpisivanja ugovora o sufinanciranju protekne oko 9 mjeseci, u slučaju kompleksnih projekata i do 12.

Generalno pravilo sudjelovanja u FP7 propisuje da se konzorcij mora sastojati od najmanje tri neovisne organizacije iz tri različite zemlje članice EU ili pridružene članice programa. Propisane gornje granice broja partnera u konzorciju nema, no poznato je da će tipični kolaborativni projekt u bloku Suradnja brojiti oko 8 partnera i imati proračun između 1 i 4 milijuna eura. Generalno pravilo sudjelovanja vrijedi za sve natječaje u bloku Suradnja, te općenito u svim ostalim blokovima ako nije izričito propisano drugačije pravilo. U FP7 može sudjelovati bilo koja organizacija koja ima pravnu osobnost i registrirana je na temelju važećih zakona u zemlji članici FP7 programa, bez obzira radi li se o javnoj ili privatnoj organizaciji, poduzeću, ustanovi, nevladinoj organizaciji ili udruzi. U pojedinim slučajevima mogu se natjecati i pojedinci, primjerice u bloku Ljudi, za programe mobilnosti i istraživačke stipendije. Europska komisija financira aktivnosti u iznosu od 35 do 100% opravdanih troškova projekta, ovisno o vrsti aktivnosti. U prosjeku, ukupni iznos sufinanciranja od strane EC iznosi 50%, a za mala poduzeća i istraživačke ustanove 75% opravdanih troškova.

FP7 je izrazito koristan instrument i za znanstvenu zajednicu i za poduzeća, te nudi puno mogućnosti za financiranje projekata. Sredstvima FP7 programa može se financirati oprema, posebni materijali potrebni za istraživanja, rad znanstvenika, stipendije za doktorske studije i usavršavanja, organizacija i sudjelovanje na konferencijama i stručnim skupovima, razvoj klastera i regionalnih centara izvrsnosti, razvoj novih tehnologija i proizvoda, ciljane studije, patenti i zaštita intelektualnog vlasništva, razvoj prototipova i niz drugih znanstveno-istraživačkih i inovacijskih aktivnosti. Pritom treba imati na umu da se sve navedene stavke mogu financirati isključivo ako su u funkciji i okviru provođenja odobrenog projekta.

FP7 nudi veliki prostor za financiranje projekata od interesa za tekstilni sektor, i to u sva četiri glavna bloka programa. U bloku 1, Suradnja, mogu se prijavljivati klasični znanstveno-istraživački projekti u primijenjenim istraživanjima, fokusirani na usku ciljanu temu. Iako ne postoji posebno tematsko područje posvećeno tekstilnom sektoru, prostor za prijavu projekata postoji u velikom dijelu od 10 tematskih cjelina prvog bloka. Cjelina Nanotehnologije i novi materijali vjerojatno će biti najčešći izbor u ovom bloku, no teme od interesa za tekstilni sektor nalaze se i u području informacijskih i komunikacijskih tehnologija (neizravno, kroz razvoj sustava koji nalaze primjenu u tekstilnom sektoru), u području Okoliš (primjerice razvoj inovativnih materijala i tehnologija za sprečavanje posljedica prirodnih katastrofa – poplava, potresa i sl., ili razvoj inovativnih tehnologija pročišćavanja ili zbrinjavanja tekstilnog otpada). Projekte od interesa za tekstilni sektor moguće je prijavljivati i unutar tematskih cjelina koje naizgled nemaju izravne veze s tekstilom, kao što su cjeline Zdravlje, Biotehnologije, Transport, odnosno gdje god se može zamisliti mogućnost primjene tekstila ili tehnologija iz tekstilne industrije koje mogu biti prilagođene i primjenjive u drugim područjima. Kako su teme za svaki natječaj zadane, potrebno je konzultirati radne programe pojedinih tematskih cjelina da bi se pronašao odgovarajući natječaj za projektnu ideju.

U trećem bloku, Ljudi, otvara se niz mogućnosti za projekte razvoja znanstvenih karijera u području tekstila, bez obzira radi li se o istraživačkim centrima u industriji ili znanstvenim ustanovama. Kroz 13 različitih shema stipendija Marie Curie, moguće je financirati doktorske i postdoktorske studije u drugoj europskoj zemlji u trajanju od 3 mjeseca do 3 godine, osnivati nove katedre i pritom angažiratiiskusne voditelje takvih katedra iz drugih zemalja za pomoć u transferu znanja, ili pak organizirati ljetne škole i tečajeve. Posebno je zanimljiva shema „Industry-Academia Partnership“ koja omogućuje osnivanje zajedničkih istraživačkih programa koji će biti prilagođeni potrebama industrije. Kako je Hrvatska pridružena članica FP7 programa s istim pravima kao i zemlje članice EU, hrvatske znanstvene ustanove u području tekstila mogu biti i ustanove domaćini za zainteresirane stipendiste iz drugih zemalja.

Četvrti blok, Kapaciteti, otvara posebno velike mogućnosti za tekstilni sektor, posebice u mogućnostima za suradnju znanstvenih ustanova i poduzeća. U ovom bloku su posebno zanimljive dvije tematske cjeline – „Istraživanja za potrebe malih i srednjih poduzeća ili udruga malih i srednjih poduzeća“, te „Regionalni potencijal“. Cjelina „Istraživanja za potrebe malih i srednjih poduzeća“ nudi mogućnost poduzećima koja svoj razvoj temelje na inovacijama ali nemaju vlastite istraživačke kapacitete da sredstvima EU programa financiraju potrebna istraživanja koja će za njih obaviti istraživačke ustanove.

Time se, s jedne strane, uspostavlja čvrsta suradnja gospodarstva i znanosti, a s druge omogućuje malim i srednjim poduzećima da razviju, testiraju i plasiraju inovativan proizvod s tržišnim potencijalom i unatoč nedostatku vlastitih istraživačkih kapaciteta.

Ova cjelina ne propisuje tematski prioritet, pa tako bilo koje tehnološko područje ulazi u ravnopravnu konkurenciju u natječaju. Prosječno trajanje takvog projekta je jedna do dvije godine, a vrijednost projekta između 500.000 i 1,5 milijuna eura. Nositelj projekta je poduzeće, no većina sredstava će biti dodijeljena za potrebe financiranja istraživanja i razvoja, koje će poduzeće financirati po modelu podugovaranja istraživačkih poslova istraživačkim ustanovama partnerima u projektu. Sličan cilj imaju i natječaji „Istraživanja za potrebe asocijacija malih i srednjih poduzeća“, s tom razlikom što će se ovdje sufinancirati istraživanja u svrhu razvoja standarda za potrebe asocijacije odnosno klastera.

Cjelina „Regionalni potencijal“ također je odličan instrument i nudi mnogo mogućnosti za razvoj istraživačkog potencijala u tekstilnom sektoru. Kako ni ovdje ne postoji propisana tematska cjelina, bilo koje tehnološko područje može se natjecati, pa tako i tekstilni sektor. Kroz cjelinu „Regionalni potencijal“ Europska komisija teži poduprijeti razvoj i realizaciju punog istraživačkog potencijala proširenog europskog istraživačkog prostora koji uključuje i nove pridružene članice FP7 programu, među kojima je i Hrvatska. Projekti iz te cjeline pomažu osnažiti kapacitete istraživača i timova iz konvergentnih regija kako bi još uspješnije sudjelovali u istraživačkim aktivnostima u Europi.

U svrhu postizanja tog cilja, kroz projekte se financira nekoliko aktivnosti:

- međunarodna razmjena istraživačkog osoblja (privremeni rad u drugoj sredini) u oba smjera u cilju stjecanja novih znanja i iskustava
- nabava i razvoj istraživačke opreme u odabranim centrima
- organizacija radionica i konferencija u cilju transfera znanja
- uspostava evaluacijskih jedinica za istraživačke centre u konvergentnim regijama, kako bi se osigurala neovisna ekspertna evaluacija kvalitete istraživanja i istraživačke infrastrukture.

Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu već je prepoznao mogućnosti koje nudi ova cjelina, te navedene aktivnosti provodi kroz projekte T-Pot i SMILES, odobrene i sufinancirane od Europske komisije [6].

2.3 CIP program - Konkurentnost i inovacije (Competitiveness and Innovation Programme)

Program za konkurentnost i inovacije (CIP), koji je operativan od siječnja 2007. do prosinca 2013., ima za cilj doprinijeti konkurentnosti i inovacijskim sposobnostima Zajednice kao naprednog društva znanja [6-7].

CIP upotpunjuje glavne inicijative, kao što su kohezijske aktivnosti, Okvirni program za istraživanje (FP7) i Program cjeloživotnog obrazovanja (LLP). On povezuje nekoliko postojećih aktivnosti EU koje financiraju i podupiru konkurentnost i inovacije, a sastoji se od tri potprograma:

1. Program za poduzetništvo i inovacije (EIP), 60% CIP proračuna (2,170 milijarda eura);
2. Program potpore politici informacijske i komunikacijske tehnologije (ICT-PSP), 20% CIP proračuna (730 milijuna eura);
3. Program Inteligentna energija Europa (IEE), 20% CIP proračuna (730 milijuna eura).

Program za poduzetništvo i inovacije nastoji stimulirati inovacije omogućavajući tvrtkama pristup financiranju: podjelu rizika i zarade s privatnim investitorima i osiguranje dodatnih garancija kao nadopuna državnih jamstava. Na taj način malim i srednjim tvrtkama omogućen je jednostavan, jasan i učinkovit pristup EU kroz mreže poslovne potpore, poput EU info centara (EIC) i IRC mreže relej centara za inovacije. Nadalje, uvjeti za provedbu inovacija poboljšat će se putem bolje politike temeljene na razmjeni najbolje prakse među zemljama članicama te raspoloživih indikatora (inovacijski pokazatelji, inovacijski barometar, inovacijski *scoreboard*).

Obuhvaćene su djelatnosti koje spadaju pod sljedeće prioritete:

- Pristup financiranju pokretanja i razvoja malih i srednjih tvrtki
- Suradnja malih i srednjih tvrtki
- Inovacija, uključujući eko-inovacije u poduzetništvu
- Kultura poduzetništva i inovacija
- Reforma gospodarstva i administracije vezana uz poduzetništvo i inovacije

Prioriteti će se provoditi kroz sljedeće mjere:

- Nove financijske instrumente pod upravljanjem Europskog investicijskog fonda (EIF): Novi instrument za rizični kapital (GIF2), Instrument za pružanje garancija malih i srednjih tvrtki (SMEG) i Shema povećanja kapaciteta (CBS)
- Usluge za potporu poslovanja i inovacija, poput informacijskih usluga, povratnih informacija i usluga poslovne suradnje; usluge transfera inovacija, tehnologija i znanja, usluga poticanja suradnje malih i srednjih tvrtki u Okvirnom programu za istraživanje i tehnološki razvoj (RTD – komplementarno s CIP);
- Shemu podrške poslovnih inovacija
- Analize politika, razvoj i koordinaciju sa zemljama sudionicama
- Twinning između nacionalnih i regionalnih vlasti.

Iz gore navedenog vidljivo je da je jedan dio programa namijenjen razvoju institucija i sustava za potporu tvrtkama i poticanje inovacija, no znatan dio je također namijenjen izravnom ili neizravnom financiranju razvoja inovacija i inovativnih poduzeća kroz kreditiranje i ulaganje Venture capital fondova. Važno je naglasiti da CIP-EIP potprogram ne preferira ni jedno tehnološko područje posebno, te se stoga i područje tekstila može ravnopravno natjecati za projekte u okviru CIP-a.

Slično kao FP7, i CIP funkcionira na istim načelima – strukturi „odozgo-dolje“ i zajedničkom programiranju u Europskoj komisiji, uz sudjelovanje imenovanih nacionalnih predstavnika. Za provođenje programa i

natječaja zadužena je agencija EACI – Executive Agency for Competitiveness and Innovation - čije je sjedište u Bruxellesu. EACI provodi program i natječaje u ime i za račun Europske komisije, kao izvršna agencija. Minimalni broj partnera i ostali uvjeti natjecajnog procesa slični su onima u FP7, s tim da se ovi uvjeti konačno određuju u tekstu natječaja za konkretne prijedloge projekata. U dijelu programa koji financira tržišne projekte u eko-inovacijama i inteligentnoj energiji primjerice, nije nužno imati međunarodne partnere, no cilj projekta mora imati europsku dimenziju. Maksimalni iznos sufinanciranja je 65-70% ukupnih opravdanih troškova, osim kod financiranja tržišnih projekata gdje je iznos sufinanciranja 50%. Vrijednosti proračuna projekata kreću se u rasponu od 100.000 eura do milijun eura. Strateški projekti, studije i tenderi mogu imati veću vrijednost.

Sudjelovanje u programu može se ostvariti na tri načina: ako se radi o prijavi za bespovratna sredstva i druge intervencijske mehanizme, potrebno je prijaviti projekt na natječaj za prijavu projektnih prijedloga. Ugovori za izrade studija i ostale usluge pokriveni su pozivima za tendere koje objavljuje Europska komisija. Financiranje projekata malih i srednjih poduzeća i ulaganja Venture capital fondova u potencijalno visoko dohodovne projekte provode se kroz Europski investicijski fond i lokalne posrednike (npr. banke ili garancijske ustanove).

Osim manjih projekata koji potiču suradnju između malih i srednjih tvrtki u tekstilnom sektoru, te mogućnost financiranja razvoja standarda ili sektorskih studija, posebno zanimljivi natječaji u CIP-u za tekstilni sektor su natječaji za tržišne projekte eko-inovacija, koji se objavljuju jednom godišnje (najčešće početkom travnja) u okviru potprograma CIP-EIP. Iako ova tema na prvi pogled ne otvara mnogo mogućnosti za tekstilni sektor, iz uvida u teme koje pokriva razvidno je da postoje znatne mogućnosti za razvoj projekata i iz tekstilnog sektora.

Eko inovacije pokrivaju četiri temeljna područja: reciklažu materijala, zgradarstvo, sektor hrane i pića te „zeleno poslovanje i pametnu nabavu“. U području reciklaže materijala, tekstilni sektor može prijavljivati projekte koji se odnose na poboljšane procese i metode sortiranja otpadnog materijala, razvoj inovativnih proizvoda iz recikliranih materijala, te projekte koji razvijaju poslovne inovacije u cilju osnaživanja konkurentnosti reciklažne industrije, primjerice nove tržišne strukture za reciklirane proizvode, nove kanale dobave ili usklađene procese proizvodnje i reciklaže. U temi Zgradarstvo mogu se prijavljivati projekti koji razvijaju nove inovativne proizvode za gradnju, što uključuje i geotekstilije i tekstile za zelene krovove, te bilo koje druge materijale za gradnju, koji će smanjiti potrebu za korištenjem prirodnih resursa i smanjiti utjecaj proizvodnje i korištenja navedenih materijala na okoliš. Tema Hrana i piće je najdalje od tekstilnog sektora, no i tu postoji određeni potencijal, u projektima razvoja materijala, procesa i metoda za pakiranje. Područje „Zeleno poslovanje i pametna nabava“ nudi mogućnosti za prijavu projekata koji će razvijati standarde, akreditacije i certifikate prema EU standardima (npr. Eco-label), inovativne proizvode i usluge koji smanjuju utjecaj na okoliš, slijedeći pritom načela integrirane politike proizvodnje i cjelokupnog životnog ciklusa proizvoda.

Projekti eko inovacija su prosječnog trajanja 3 godine i vrijednosti oko 750.000 eura po projektu. Proces prijave, evaluacije i ugovaranja identičan je onome u FP7, kako po načinu izvedbe, tako i po vremenskom trajanju. Tipičan primjer eko inovacijskog projekta je projekt FERTILANDIA [6], koji se bavi problemom otpada pri procesu bojadisanja kože. Sam proces proizvodi puno otpadnog mulja koji je visoko onečišćujući i uglavnom se odlaže na odlagališta. Projekt FERTILANDIA razvija proces proizvodnje organskog gnojiva od kožne krupice iz dehidriranog otpadnog mulja nakon bojadisanja kože. Poslovni plan je pokazao da postoji potencijal za proizvodnju i prodaju 36.000 tona tog organskog gnojiva na godinu. Iz ovog je primjera razvidno da slični projekti mogu poteći i iz tekstilnog sektora. Slični projekti, po istom načelu i uvjetima, mogu se prijavljivati i u potprogramu Inteligentna energija Europe, no oni će se koncentrirati na energetske učinkovitost i alternativne izvore energije.

2.4 EUREKA

Kako je navedeno u uvodu, EUREKA program je inicijativa, međuvladina mreža osnovana kako bi podržala tržišno orijentirana istraživanja i razvoj te inovativne projekte predložene od strane industrije, istraživačkih centara i sveučilišta u svim tehnološkim sektorima [8]. EUREKA danas ima 39 zemalja članica i nudi partnerima u projektima otvoren i brz pristup znanju i vještinama raspoloživim Europi. Sukladno pravilima inicijative, financiranje EUREKA projekata je nacionalno i podliježe nacionalnim pravilima. Većina zemalja članica nema posebni EUREKA fond, već se financiranje za partnere iz predmetne zemlje odobrava iz sredstava nacionalnih programa, npr. programa za poticanje razvoja eko tehnologija, novih materijala ili slično. Evaluacija se također odvija nacionalno, na način da sve zemlje sudionice u projektu evaluiraju isti projekt uz pomoć nacionalnih eksperata, te se potom usuglašava zajednička ocjena. Specifičnost EUREKA inicijative je da nema definiranih datuma prijave projekata ni posebnih natječaja, već se projekt prijavljuje na

inicijativu partnera i, u slučaju pozitivne evaluacije, priprema za formalno odobrenje na prvom sljedećem sastanku nacionalnih koordinatora inicijative, koji se održavaju kvartalno.

Kako bi se prijavio projekt, moraju biti zadovoljeni minimalni uvjeti – projekt mora imati primjenu u civilnom sektoru, mora biti inovativan i imati tržišni potencijal, a konzorcij mora imati najmanje dva neovisna partnera iz dvije zemlje punopravne članice programa. Projekt se prijavljuje nacionalnom uredu zemlje iz koje dolazi nositelj projekta. Odnedavno, hrvatski nacionalni EUREKA ured nalazi se u poslovno-inovacijskom centru Hrvatske (BICRO), koji provodi program u ime Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta, dok Ministarstvo odobrava sufinanciranje projekata. Prema trenutno važećim nacionalnim pravilima, maksimalni iznos sufinanciranja hrvatskih partnera iznosi 50% opravdanih troškova projekta, a najviše do 150.000 eura po projektu. Tekstilni sektor u Hrvatskoj je u proteklih nekoliko godina uspješno prijavljivao i provodio EUREKA projekte, predvođen Tekstilno-tehnološkim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu koji trenutno provodi dva EUREKA projekta, APTEX i PUREWATER [6,8].

2.5 EUROSTARS

EUROSTARS je prvi europski program posvećen isključivo visokotehnološkim malim i srednjim poduzećima [6,9]. Po svojoj strukturi, EUROSTARS je nova forma programa, oformljena na temelju inicijative EUREKA članica, no uobličena u formu programa, zbog pravila i procedura djelomičnog financiranja iz EU proračuna. Prema pravilima i tipu projekata, EUROSTARS je u potpunosti „dijete“ EUREKE i FP7 – zadržana su generalna pravila EUREKA-e (konzorcij, slobodna tema), no dodana neka iz FP7 - nema zadanih natječaj, no uvedeni su krajnji datumi prijave (tzv.- cut-off dates), najmanje jednom godišnje, i evaluacija nije nacionalna već centralna, u Bruxellesu, čime su uvedeni elementi poziva na natječaj iz FP7. Slična je situacija i kod financiranja – financiranje je nacionalno, i u pogledu iznosa i pravila dodjele, i većina zemalja je zadržala važeća EUREKA pravila. No na svaki iznos nacionalnog financiranja EC dodaje i svoj dio, te se tako udjel ukupnog sufinanciranja povećava.

EUROSTARS projekt je međunarodni istraživačko-razvojni projekt. Sukladno EUREKA pravilima, EUROSTARS projekt može biti u bilo kojem tehnološkom području, uz uvjet da ima primjenu isključivo u civilnom sektoru, te da je usmjeren na razvoj novog proizvoda, procesa ili usluge. EUROSTARS projekt je također kolaborativan, te konzorcij moraju činiti najmanje dva neovisna partnera iz dvije zemlje članice EUROSTARS-a. Glavni partner (nositelj projekta) mora biti malo i srednje poduzeće (SME) koje ima istraživačku djelatnost i najmanje 10% istraživačkog osoblja ili 10% prihoda u istraživanjima, te mora biti utemeljeno u zemlji članici EUROSTARS-a. Uloga SME partnera u projektu mora biti značajna. Najmanje 50% ukupnih troškova vezanih uz istraživačke aktivnosti treba biti namijenjeno istraživačkim SME-ima u projektu. Također, konzorcij treba biti dobro uravnotežen, te ni jedna zemlja ili partner ne bi trebao imati više od 75% udjela u ukupnim troškovima projekta. Projekt mora biti tržišno orijentiran i ne smije trajati dulje od 3 godine. Također, rezultat istraživanja treba biti spreman za tržište unutar dvije godine nakon završetka projekta. Iznimka od ovog pravila mogu biti jedino biotehnološki, biomedicinski i medicinski projekti koji zahtijevaju klinička istraživanja. U tom slučaju klinička istraživanja trebaju početi unutar dvije godine od završetka projekta.

EUROSTARS vodi EUREKA sekretarijat u Bruxellesu, te se i projekti prijavljuju sekretarijatu direktno.

3. Zaključak

Iz opisa i detalja o programima razvidno je da postoje velike mogućnosti financiranja projekata tekstilnog sektora kroz EU fondove i programe zajednice. Prema iskustvima iz dosadašnje prakse, može se zaključiti da je tekstilni sektor u Hrvatskoj najviše interesa pokazao za klasične kolaborativne istraživačke projekte iz FP7 programa te projekte EUREKA tehnološke inicijative, dok je manje interesa i manje uspješnosti evidentirano u ostalim područjima FP7 programa, posebice projektima iz trećeg bloka FP7 (Ljudi) i četvrtog bloka (Kapaciteti - Istraživanja za potrebe malih i srednjih poduzeća) te u IPA fondu. Vjerojatni razlog je manja dostupnost znanja o pisanju i vođenju projekata iz tih područja, te nedostatak iskustva u radu s IPA i FP7 projektima iz trećeg i četvrtog bloka (Ljudi, Kapaciteti), zbog čega se često stječe dojam da su ti projekti komplicirani ili teško dostupni.

Uputno je da se u budućnosti pokuša - kroz aktivnosti Sveučilišta, Tekstilno-tehnološkog fakulteta i interno u zainteresiranim poduzećima - povećati dostupnost informacija o slabije zastupljenim tipovima projekata, te kroz angažiranje pojedinaca s iskustvima u takvim projektima pokazati na primjerima korisnost i mogućnosti i tih projekata.

Literatura

- [1] Dalić, Martina i sur. (urednici): *Pojmovnik fondova Europske Unije*, Središnji državni ured za razvojnu strategiju i koordinaciju fondova, ISBN 978-953-7443-02-3, Zagreb 2005
- [2] Središnji državni ured za razvojnu strategiju i koordinaciju fondova EU, *Dostupan na www.strategija.hr* *Pristupljeno: 2009-12-04*
- [3] HBOR: *Dostupan na www.hbor.hr* *Pristupljeno: 2009-12-04*
- [4] Vojnović, Marija: *Priručnik o ugovorima i natječajnim procedurama Europske komisije*, Jesenski i Turk, ISBN 978-953-222-593-3, Zagreb, (2007)
- [5] FP7 program: Portal Europske komisije za istraživanja i tehnološki razvoj CORDIS, *Dostupan na: www.cordis.lu/fp7* *Pristupljeno: 2009-12-04*
- [6] Dokumentacija tvrtke ERACON Projekt d.o.o. i osobna arhiva Gordana Prutki-Pečnik, *dostupna na: gordana.pecnik@eracon.hr*
- [7] CIP program: Portal Europa, *dostupan na: <http://ec.europa.eu/cip>* *Pristupljeno: 2009-12-04*
- [8] EUREKA inicijativa, *dostupno na: www.eurekanetwork.org; www.bicro.hr* *Pristupljeno: 2009-12-04*
- [9] EUROSTARS inicijativa: *dostupno na <http://www.eurostars-eureka.eu>* *Pristupljeno: 2009-12-04*

Zahvala

Zahvaljujem Tekstilno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na inicijativi za ovaj članak, te posebice prof. dr. sc. Sandri Bischof Vukušić, voditeljici Servisa tekstilnih europskih projekata (STEP-a) fakulteta i koordinatorici FP7 REGPOT projekta T-Pot, koja je tijekom proteklih nekoliko godina uložila mnogo truda i osobnog angažmana kako bi znanstvena zajednica u tekstilnom sektoru i srodnim granama u Hrvatskoj lakše savladala početne teškoće u sudjelovanju u EU programima, posebice u FP7. Svoja znanja stečena osobnim iskustvom na prijavljivanju projekata, te kasnije iskustvom evaluatora FP7 projekata, rado je stavila na raspolaganje i time bitno olakšala i moj rad kao nacionalnog koordinatora FP7 programa za Hrvatsku, zaduženog za povratne informacije o uspješnosti sudjelovanja Europskoj komisiji.

Nadam se da će ovaj članak doprinijeti boljem razumijevanju namjene i raspoloživosti EU fondova u Hrvatskoj, te potaknuti sudionike iz tekstilnog sektora na prijavljivanje novih projekata.

ANTROPOMETRIJA I STANDARDIZACIJA VELIČINA ANTHROPOMETRY AND SIZE STANDARDIZATION

Darko UJEVIĆ; Marianna HALÁSZ; Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ; Ksenija DOLEŽAL & Renata HRŽENJAK

Sažetak: U radu se ukratko opisuje antropologija kao važna znanstvena disciplina u proučavanju ljudske grupe i porjekla čovjeka. Antropometrija kao grana antropologije se bavi s postupcima preciznog mjerenja ljudskog tijela. Nadalje, antropometrijske studije provode se s ciljem razvoja i unaprjeđenja sustava veličina za odjeću i obuću. Opisuje se i problematika normizacije odjevnih veličina kao vrlo važne i interesantne znanstveno istraživačke teme u Europi i svijetu. Daje se niz važnih informacija o tendencijama razvoja sustava veličina odjeće i poteškoće njihova međusobnog usklađivanja zbog tjelesnih razlika, veličina i oblika i sličnosti ljudskog tijela i normi da se definiraju sustavi određivanja veličina za specifična tržišta i da se pojednostavi komunikacija određivanja veličina što će poboljšati dizajn i proizvodnju odjeće, kulturu odjevanja i dr.

Abstract: The paper provides a short description of anthropology as an important scientific discipline in studying humans and human origin. Anthropometry as a branch of anthropology deals with the measurement of the size, weight, and proportions of the human body. Anthropometric studies are undertaken with the aim of developing and improving garment and footwear size systems. Problems of the standardization of garment sizes as a very important and interesting scientific research topic in Europe and worldwide are described. A series of important information about trends of the development of garment size systems and difficulties in their mutual harmonization due to body differences, sizes and shapes, similarities of human body and standards to define the sizing of clothes for specific markets and to simplify the communication of sizing which will facilitate and improve design and garment manufacture, i.e. clothing culture etc. is provided.

Ključne riječi: antropologija, antropometrija, odjeća i obuća, normizacija, sustavi, odjevne veličine

Keywords: anthropology, anthropometry, clothing and footwear, standardization, systems, garment sizes

1. Introduction

Size system is very important in consideration of the conditions of fashion garment and footwear production in order to satisfy as large a number of customers as possible, and thus it is necessary to develop this kind of systems which will enable to select garment and footwear sizes that will comply with individual and group needs. For the sizing of clothes and footwear it is necessary to make the anthropometric measurement of population or when taking measurements it is necessary to ensure and to measure an appropriate and representative number of subjects which is sufficient for the reliability of data and statistical analysis of measurement results. Anthropometry as the method of anthropology deals with measurement and investigation of the human body and dimension relationship among its individual parts [1].

In the garment manufacture the sizing systems for clothes and footwear are of great importance. To meet the demands of the market and customers, it is necessary to ensure nationally appropriate size systems and size designation systems of clothes and footwear; as a consequence a medium-built person could find his/her clothing size. Most of these systems are based on the figure type specified by body height and differences between bust/chest circumference, waist and hip girths. Garment sizes are mostly designated for two or three growth classes: short, medium and tall, and they are defined with three anthropometric measurements: measurement of chest/bust, waist and hip girths.

Since people differ in height and body development, an entire investigation of the human body is necessary. To make garment cuts, a number of proportions (Latin proportio = the relationship in quantity, amount, or size between two or more things, a balanced or suitable arrangement of parts) is to be studied. Based on proportions body deviations from the average body build or its deformations may be observed. Around the world different size designation systems for clothes and footwear are used, causing a series of dilemmas and difficulties to many potential customers and manufacturers. This is particularly present in cases of

launching products to different markets where customers due to the lack of understanding, and the way of designating garment and footwear sizes often cannot recognize size label or it does not provide sufficiently qualitative information. It happens frequently that a product contains several similar labels, causing complete confusion. Customers can very rarely understand all information contained in the size label to the full extent since it is mostly known only to experts.

Additional customer confusion is caused by the fact that each product is designed according to its characteristic specialties, and it contains different supplements to achieve comfortable wear and defined form. Only in special cases body measurement corresponds to the measurement measured on the body, and the basis for determining garment sizes is exactly body measurement. Therefore, in most cases body measurement and the measurement measured on the article of clothing differ essentially. For these reasons it is in the interest of customers and manufacturers of clothing and footwear to agree on a unique way of designating garment and footwear sizes which would be valid on all markets and provide clear and unambiguous information, and enable higher sales for manufacturers.

2. Anthropology and anthropometry

The French anthropologist Olivier [2] described anthropology as the study of humans and human origin almost half a century ago. He divides it into cultural (ethnology and prehistory) and physical anthropology (anatomical and biological). The latter one implies human paleontology, study of the existing biological variability of man and biotypology. In this context Olivier [2] emphasizes: Today classic anthropology is under the influence of functional anatomical approach, new possibilities of statistical analyses, new insights into population genetics as well as mathematical study of evolution. It should be noted that the mentioned considerations, although created almost half a century ago, were original at that time, perhaps even too progressive.

Durand [3] divides anthropology into biological and mental anthropology. More than 30 years ago Durand emphasized with good reason that all "branches" of anthropology are contemporary since they do not penetrate "deeper" than 18th, 19th or 20th century and that analyses of anthropology are based and results interpreted in conformity with generally acceptable today's findings and technical achievements. This leads us to that part, which is indispensable in the contemporary society, namely "applied anthropology". The reason for this is because anthropology is really different, and by means of its techniques of investigations and perspectives provides a series of applications in everyday life such as:

1. planning and assessing the programs of public health,
2. actions through development agencies (assessments of local political characteristics),
3. assessments of social and cultural features of a field (influencing economical development and possible changes),
4. judicial and medical expert evaluation (in the field of so-called forensic anthropology) and
5. applied anthropometry (morphological, physiological and biochemical).

With regard to applied anthropometry and the results of anthropometric investigations of morphological properties of man it should be emphasized that the diversity of individual dimensions of the human body within a particular population is really great [3]. Morphological variability within and/or among populations requires anthropometric investigations because human anthropometric properties are more or less different from population to population or from generation to generation. This is particularly necessary because the functionality of many industrial products as well as suitable and comfortable clothing and footwear [3, 4, 5] depend on anthropometric measurements.

Prebeg Ž. [6, 7] points out that anthropometric measurement can make a significant contribution to the knowledge of the dynamics and somatic development of children and young people of the national population from the scientific and economical point of view and at the same time contribute to the improvement of their health care.

Anthropometry is one of the methods of anthropology, dealing with measurements of the human body and determination of the relationship of its individual parts. An anthropometer or any similar instrument as well as accompanying equipment are used for the determination of body measurements [8]. To make garment cuts, a large number of proportions should be studied, which requires good knowledge of anatomical physique or relationships of body proportions. Regularities of the mutual relationship among individual body measurements, and deviations of the physique from the average physique are determined or the possibility of a deformation relevant for making cuts is determined [9].

The results of anthropometric measurements are used in a wide range of branches of industry, from clothing and footwear industry to furniture industry, in medicine, ergonomics, and civil engineering. Anthropometric measurements and statistical analysis of these measurements can be classified into three groups of data essential for garment and footwear manufacture [8-14]:

- a) garment designation systems
- b) standard and proportional measurements and
- c) proportion of individual garment sizes.

2.1 Garment fit

Human body measurement is made systematically and comprehensively. Such measurements are used for mass production of clothing and footwear, while single garment production means the measurement of each person separately. The first step in making a good and qualitative garment cut as well as a finished product is a precisely measured body. The seventh vertebra of the man's, woman's and children's body is especially important because it represents the starting point for different body measurements necessary for the garment construction of the upper body part [12].

Garment size is a general term by which one-digit number, two-digit number or alphabetic character on the garment label to be bought is meant. Garment designers specify this size. Garment size should represent garment fit, and it provides a short description of actual customer's body measurements. The developed garment size system makes it possible that clothing is standardized and mass-produced.

In choosing a garment it is not only important how this garment technically fits body measurements, but how much it fulfills individual aesthetic criteria and fabric handle or how much the life style chosen has been stressed. Garment fit represents self-image and what we would like to be, it represents individuality, our personal choice, our wishes, needs and ambitions.

3. Standards and size standardization

It is usually a formal document that establishes uniform engineering or technical criteria, methods, processes and practices. It guarantees the best level of arrangement under given circumstances. Standards and standardization form a basis for the social system and development of a social community or economic activities.

Within national and international frameworks there are attempts to apply the production of standard quality goods, i.e. those goods conform to pre-determined requirements concerning all essential properties, composition, mass, external appearance, mechanical properties, dimensions and quality properties in general. It is often said that where there are no standards and standardization, there is entropy and chaos, and where there are standards and standardization, organization and order prevail.

3.1 Standard sizing

The method of standard sizing is a classification of body shapes and a gradual increase in sizes in the garment manufacture. The objectives of standard sizing are to ensure harmony and clarity of garment sizes and size labels which are offered to customers and to adapt a large segment of the target population in an adequate way. Two main types of standard sizing are tables of body measurements and size designation of clothes. The first type includes tables of body measurements for customers such as women, men or children. The second type includes a standard language of size designations.

Standards of body measurements are usually based on very thorough anthropometric studies (e.g. Croatian Anthropometric System) which were carried out to obtain basic information on body measurements of a representative population. The data obtained are then segmented into sizes. Each size is a group of body dimensions profiling a representative person within the whole range of sizes. The obtained group of sizes is a sizing system. There can be many methods of segmenting data into sizes. Standard is a published document which has been developed and established within the principles of consensus of the standards organization (e.g. Croatian Standards Institute). In the USA ASTM International determines development structure and updates arbitrary standards for garment sizing which can be used by garment manufacturers.

According to Cooklin [9] 1922, the sizing system describes the total range of comparing sizes and fit which exist for ready-to-wear garment, whereby each system includes a great number of size ranges and each is

used for the requirements of sizing for a specific population group. Thus, the sizing system can be documented, confirmed as correct and officially presented as a standard. Then, the standard can be used as a basis for the development of specification. Specifications are often used for the specification of correct product dimensions which are used by the manufacturer for the manufacture of a specific garment style. Thus, the company must make body measurements in the garment dimension. Garment dimensions must make the body suitable, but also they should integrate garment style too.

Specification of garment fit includes the technical drawing of a garment, the dimensions of a garment for each size and a description of the method of garment measurement because of compliance with the specifications. The organization for standardization does not publish typical specifications of garment sizes, but they are developed by a company to ensure quality and conformity in sizing the garment produced. It may be assumed that standardization is helpful in achieving conformity so that statistically obtained reliable data on forms and body sizes are provided which can be later used by garment manufacturers for developing samples for the garment production. Theory is that the garment manufactured using the standardized system of garment sizing, which is based on scientifically derived anthropometric data, will provide the customers with a product on which they can rely and that it will fit from purchase to purchase in the same way.

This consistency should reduce dissatisfaction with garment fit, increase purchasing, reduce goods return, and increase manufacturer's profit. The disability of many consumers to find good fit of mass-produced garments has long been a major problem in providing high-quality clothing for consumers. Many studies have confirmed that the consumers are dissatisfied with garment fit. In fact, this is often the most important complaint about ready-to-wear clothing. In a survey conducted by Kurt Salmon Associates (1998) it was found 70% of women and 50% of men in the USA assert they cannot find a well-fitting garment [14]. Of these consumers 39% of women and 34% of men were so dissatisfied that they were ready to pay more for made-to-measure clothes.

The standardization of the system for garment sizing and designation is often recognized as a possible solution to the problem; however, the standards being developed and the stimulating application of standards are not easy tasks. The military develops the standard sizing for men and women in the military service, standards of body measurements are translated into specifications to supply manufacturers who make uniforms and monitors manufacturers to obey regulations. Military storehouses need a reliable system for distributing military uniforms efficiently and timely, relying on the accuracy of size labels and consistency of uniform dimensions which fit soldiers.

The inconsistency of sizing protective clothes may be dangerous for the user, e.g. a suit, which is too narrow, may be torn and expose the user dangers, and a suit that is too big may hamper the work. Further examples: great companies such as Nike, Target, and Federated have products made by different manufacturers all over the world. The problem of these manufacturers is to ensure that the products made in China have the same dimensions as the products made in Mexico.

It is important to understand the development and use of two main types of standards. There are standards which define body dimensions representing the basis for standard physical dimensions of garment sizes, and there are standards defining the nomenclature which names garment dimensions (sizes). In the USA ASTM International determines the structure for the development and the update of arbitrary standards for garment sizing which can be used by garment manufacturers.

ASTM explains standardization in such a way that it provides the definitions of the noun and adjective "standard". According to ASTM a standard is a document prepared by a recognized standard-setting organization that prescribes methods and materials for the safe use and consistent performance of specific technologies; usually a procedure that has been developed by consensus of the interested parties. The adjective "standard" has a descriptive function and is used in titles of testing procedures, specifications and other documents to indicate approvals in conformity with ASTM procedures and regulations.

The organizations for standardization such as ASTM and International Organization for Standardization (ISO) publish standards in written form, computer discs and can be made available on the Internet. Volumes of standards are published annually to provide the most contemporary information for the interested industries and the public.

3.2 Anthropometric surveys (studies) as the basis for the creation of standards

Sizing standards are based on anthropometric surveys (studies). To establish a sizing system on the so-called "good" data is necessary, but to collect and to interpret valid data may create a problem.

In the early days of women's ready-to-wear clothing the manufacturers developed their own procedures of sizing which caused a great variation of sizes and confusion in customers. Clothing was often ordered per catalogue or women's magazines; this was the reason why in the 30-ties the Order Association of America (OAA) provided impetus to a detailed study. From 1939 to 1940 the United States Department of Agriculture sponsored an anthropometric survey which had to provide the basis for the sizing system of women's clothing.

Medical examinations (USA) from 1960 to 1962 were used as an indicator that the women in the 60-ies were a little taller and heavier than the women in the 40-ties. The revision of the previous standard included using the regression equation developed by the American Aviation which determined weight per size from body dimensions to update the sizing system of women's clothing.

The implementation of scientific projects included a careful implementation of surveys, identification of the representative sample which included the range of age groups and ethics from a wide geographical range, searching for volunteers and perhaps paying their participation. People are trained how to collect data, a method of data analysis providing useful information is developed; data are analyzed and distributed to the interested parties.

In England 5,000 women were surveyed in 1951. The Hohenstein Institutes of Germany conducted surveys of 10,000 women in 1970, and a new survey from 1981 to 1982. Surveys of 8,000 women were conducted in France in 1968, in Poland from 1955 to 1959, in Japan from 1966 to 1967, in Sweden in 1972, in South Africa in 1981, in China in 1987. In several comprehensive anthropometric surveys scanning technologies were used: in Japan from 1992 to 1994, in the USA in 1997, in the Netherlands in 1999 and in Italy in 2000.

Textile Clothing Technology Corporation (TC)², a non-profit organization established to increase efforts of the American apparel industry, provided the equipment for body scanning and a software for size extraction in order to conduct several international surveys of garment sizing, including Size USA, Size UK, Size Korea and Size Mexico [TC]² in 2006. These surveys were also sponsored by partners of the clothing industry (Bodometrics, 2005, [TC]², 2006) who provided financing and have access to data such as market research, standard statistical analysis of body measurements (centre, maximum, minimum, frequency), analysis of three-dimensional model shapes of selected population subgroups, measurement diagrams and three-dimensional body shapes.

New anthropometric studies are used to prove that actual standards do not real bodies of today's population and could form the basis for new standards for garment sizing. In addition to the mentioned countries which developed standards, many other countries worked on the development of sizing standards.

A far more detailed survey can be found in [8] by Ujevic, D., et. el. In Germany Ladies' Outerwear Association (DOB Verband) published a sizing system in 1983 which identified 9 figure types with height and hips as the basic definition. Hungary developed its own sizing system, using body height and physique with three basic body measurements to define the system even further (Hungarian Standards Institution 1986). The Korean Standards Association (1990) used five height groups to describe its sizing system. Wacoal, a lingerie manufacturer, collected anthropometric data in Thailand in 1981 and 1987, and published standards of women's sizes in Thailand which included the data about the most important women's sizes. Since clothing is manufactured worldwide, the complexity of standards grows.

4. Conclusion

It is not easy to adapt the standard of garment sizing worldwide, especially concerning the dimensions of body sizes; perhaps it is impossible due to great variations of body dimensions and cultural diversities related to purchasing and product expectations. However, to be aware and to understand the sizing systems used in other countries is important so that the development of the procedures of communicating the size of a garment either at local, national or international level will be beneficial to the industry and consumers.

The manufacturer, who launches his goods to the foreign market, would benefit from the access to the data on body sizes and the forms of the market population in as many details as possible.

A successful strategy for garment manufacturers can be the identification of their customers, the development of a sizing system and customer-related labels, the communication of the sizing system and consistency maintenance in product labeling and sizing.

References

- [1] Ujević, D., et al.: Croatian Anthropometric System - Yesterday, Today, Tomorrow, Croatian Standards Institute, Official Bulletin of the Croatian Standards Institute 1/2007, 5-10
- [2] Oliver, G.: Practical Anthropometry, C. Thomas, Springfield, Ill, (1969)
- [3] Rudan, P.: Application of the Anthropometric Analysis of Body Dimensions: Anthropology and Occupational Medicine: Occupational Safety and Environment (Editors: Šarić M. and Žuškin E.), Medicinska naklada, Zagreb, (2002), pp. 75-87
- [4] Rudan, P., Smolej N.N. & Szivoczka L.: Anthropology and Possibility of Use in Practice, Croatian Anthropometric System - Road to Europe, Proceedings (Editor: Ujević D.), pp. 59-63, ISBN 953-7105-06-07, Zagreb, Faculty of Textile Technology, (2004)
- [5] Drenovac, M.: Croatian Anthropometric System, Problems of Organizing Field Investigations, Road to Europe, *Proceedings* (Editor: Ujević D.), pp. 23-26, ISBN 953-7105-06-07, Zagreb, Faculty of Textile Technology, (2004)
- [6] Prebeg, Ž.: How did small Croatian schoolchildren grow in the last decades of the second millennium, *Liječnički vjesnik*, **Vol. 125** (2002), pp. 3-9
- [7] Prebeg, Ž.: Physical Growth and Development of Children and Young People, Croatian Anthropometric System - Road to Europe, *Proceedings* (Editor: Ujević D.), pp. 47-54, ISBN 953-7105-06-07, Faculty of Textile Technology, Zagreb, (2004)
- [8] Ujević, D. et al.: Standardization, Anthropometric Surveys and Croatian Anthropometric System, *Tekstil*, **Vol. 55** (2006) 10, pp. 516-526
- [9] Ujević, D.: Croatian Anthropometric System, Road to Europe, *Proceedings* (Editor: Ujević D.), pp. 11-18, ISBN 953-7105-06-07, Faculty of Textile Technology, Zagreb, (2004)
- [10] Hrastinski, M. & Ujević D.: ISO 3653 and ISO 8559 - Basics of the Croatian Anthropometric System, Croatian Anthropometric System - Road to Europe, Proceedings (Editor: Ujević D.), ISBN 953-7105-06-07, Zagreb, Faculty of Textile Technology, (2004)
- [11] Winks, J.: Clothing Size - International Standardization, Manchester, The Textile Institute, (1997)
- [12] Ujević, D., Rogale, D., Hrastinski M.: Technical Construction and Garment Modelling, University Handbook, ISBN: 953-7105-01-6, 2nd edition, Faculty of Textile Technology, Zagreb, (2004)
- [13] Tamás, P.; Halász M. & Somló J.: 3D Measuring of the Human Body by Robots, *IMCEP 2007*, 5th International Conference, Innovation and Modelling of Clothing Engineering Processes, pp. 109-115, ISBN 978-961-248-047-9, 10-12 October 2007, University of Maribor, Moravske Toplice, (2007)
- [14] Tamás, P., Halász, M.: Relationship between basic body sizes and body shape, *Proceedings of 4th International Textile, Clothing & Design Conference*, (Editor: Dragčević Z.) pp. 665-670, ISBN 978-953-7105-26-6, Dubrovnik, 05-08 October 2008, Faculty of Textile Technology, Zagreb, (2008)

ULOGA ZNANOSTI U RAZVOJU INTIMNE ODJEĆE

ROLE OF SCIENCE IN THE DEVELOPMENT OF INTIMATE CLOTHING

Darko UJEVIĆ; Slavenka PETRAK; Dubravko ROGALE; Marianna HALÁSZ; Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ & Ksenija DOLEŽAL

Sažetak: *Uloga znanosti u razvoju intimnog rublja jako se intenzivirala u posljednjih 15-tak godina. Upotreba pamternih vlakana i raznovrsnih materijala za poboljšanje zdravlja, kao i funkcionalnog dizajna i procesnog te odjevnog inženjerstva, pretvara ovaj tradicionalni posao u industriju visoke tehnologije čija budućnost se temelji na sofisticiranim znanstvenim istraživanjima i inovativnosti. U radu se govori o tehnikama koje koriste znanstvenici za mjerenje antropometrije ženskih grudi i kritično ocjenjivanje sustava za određivanje veličina grudnjaka. Poseban osvrt je dat na mogućnost određivanja potrebnih antropometrijskih značajki primjenom 3D skenera tijela i pratećeg računalnog programa. U završnom dijelu rada dat je prikaz inovativnih proizvoda, s posebnim osvrtom na grudnjake i tehnologiju njihove izrade.*

Abstract: *The role of science in the development of intimate clothing has been intensified over the last 15 years. The use of intelligent fibers and different materials to improve health as well as functional design and processing and clothing engineering converts this traditional job into a high tech industry, the future of which is based on sophisticated scientific research and innovation. Furthermore, the paper describes techniques used by scientists to measure the anthropometry of women's breasts and to critically assess the system of bra sizing. A special review of the possibility of determining necessary anthropometric properties using a 3D body scanner and accompanying computer program is provided. The final part of the paper provides a representation of innovative products with a special review of brassieres and the technique of their manufacture*

Ključne riječi: *intimno rublje, antropometrija, grudnjaci, inovativnost proizvoda, uloga znanosti*

Keywords: *intimate clothing, anthropometry, brassieres, product innovation, role of science*

1. Introduction

Intimate apparel is an item emphasizing body beauty, which is in direct contact with the human body. Its development and creation require an interdisciplinary knowledge which includes human anatomy and anthropometry, product design, textile and clothing engineering, fashion marketing and branding [1]. Since intimate apparel is worn direct on the body, its potential effects on the wearer's health, either man, woman or children, are very important, because physiological effects of an excessive pressure of the garment are always negative. Research efforts in this region of stress and measurement of garment pressure using direct and indirect methods are being intensified at scientific and research world institutes [2]. Efforts are being made to investigate and analyze the impact of body curvature and tissue softness for pressure absorption.

1.1 Body beauty and intimate apparel

Body beauty is without doubt is a desire of most women and men worldwide. Thus, each thesis about the design of intimate apparel requires a detailed consideration of beauty, especially of women's body in order to understand the concept of beauty and its impact on the design of intimate apparel. Throughout history women wore different intimate apparel or body shaping devices according to the directives of the fashion of a certain period of time. Corset or girdle was one of the most controversial articles of clothing in the entire fashion history (16th to 18th century). Slim waist and small breasts favored by the young French queen Catherine de' Medici were in fashion throughout Europe (16th century).

At the beginning of the 19th century a metal device called "separating girdle" to move the breasts apart. This was the time of accentuated narrow women's waist. Wearing much tightened girdles to shape a very narrow waist was uncomfortable for women and also health hazardous. During the 40-ties and 50-ties of the last century after the World War II western clothing styles began to accentuate the shapes of a woman's body, accentuating the differences between breasts, waist and hips after Dior had presented his well-known "New

Look" in 1947. In the late 60-ties of the last century the well-known model Twiggy affected the comprehension of the perfect shape of the woman's body. During individual historical periods large breasts and slim waist were considered as main elements of women's attractiveness and sensuality [3]. Nowadays body mass index (BMI) and waist to hip ratio (WHR) are two most frequent factors related to physical beauty [4]. Intimate apparel plays a considerable role in increasing the perceived image of bodily attractiveness. Wearing well designed intimate lingerie enhances women's satisfaction and affects bodily posture. It may be claimed that intimate apparel represents a social ideal of beauty and femininity.

2. Anthropometric measurements for the design of intimate apparel

To technically understand intimate apparel, it is necessary to know anthropometry and procedures of anthropometric measurements of human body [5]. It is necessary to determine necessary body measurements which define body shape, profile of torso curves and dimensions, in particular in the breast area in order to achieve precise fit of intimate apparel and comfort during wearing. To determine accurate measurements of the upper torso and the breast, it is necessary to control the subject's bodily posture, the marks on the garment and body and to choose appropriate measurements.

Similarly as in the case of determining other body measurements, measurement accuracy is affected by the garment worn by the subject as well as by breathing and bodily posture during measurements. As mentioned before, bra manufacturing changed throughout history, depending on fashion trends of a certain period of time and the trend of a greater or smaller accentuation of women's breasts. Depending on this, the way and accurate position of measuring the bra circumference on the body changed. The international standards prescribing the way of bra measuring, ISO 8559 [6], suggest the measurement over the optimally fit, unpadded and thin bra with minimal incorporated accessories and support. ISO 7250 [7] specifies the procedures of body measurement on a female subject without a bra, minimally dressed and shoeless. The subject has to take a fully upright standing posture with the feet brought together and the head in the Frankfurt plane, the relaxed shoulders and the arms placed along the body. The Frankfurt plane is a standard position of reference in which the upper border of the external auditory meatus is on a horizontal plane with the lower border of the eye. [8].

ISO/DIS 20685 [9] recommends three standing postures for different 3D body scanners in order to obtain reliable data. During 3D body scanning the subject should breathe "silently" to prevent the body from moving. The shoulders should be normally relaxed.

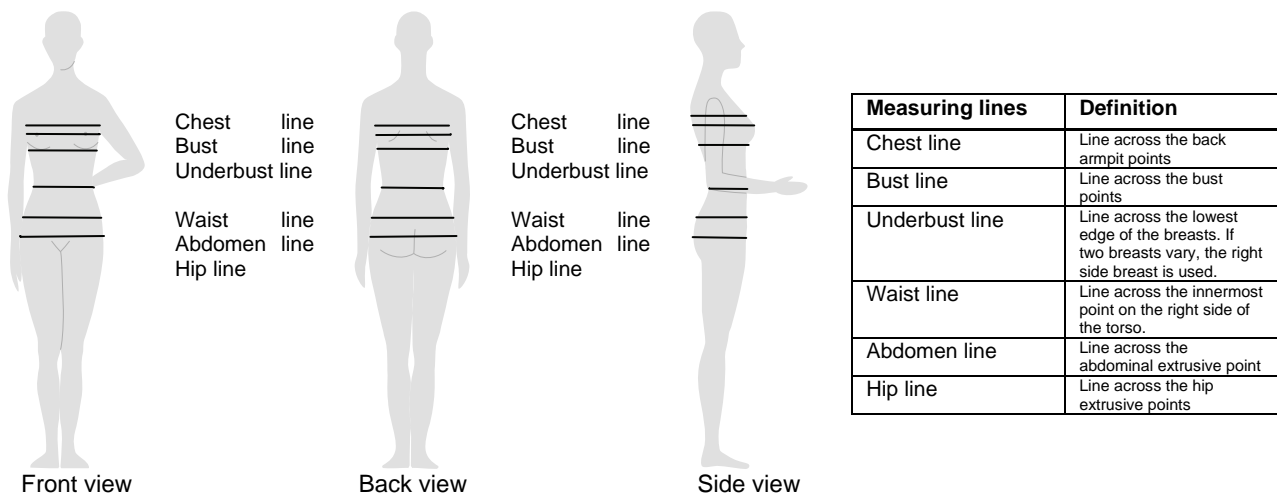


Figure 1: Anthropometric measuring lines

In the collection of anthropometric data the identification of landmarks on the body represents the first step to be taken in order to prevent operative errors when handling measuring instruments and determining bodily posture. International standards define only common anthropometric landmarks and lines for determining garment sizes. To determine bra sizes, it is necessary to determine an additional number of landmarks and lines over the bust. All anthropometric landmarks should be marked on the skin before measuring using a special pen without smearing or a washable ink that is unharmed to the skin [10].

Furthermore, for the needs of 3D scanning the use of special bulging stickers to mark anthropometric landmarks over the body; thus, they can be visible in computer measuring. Experienced persons dealing with anthropometry know well which lines are common for body measurement, Fig. 1. Tailors and researchers

also use measuring tapes to measure body circumference at a certain body height. However, here difficulties arise as in certain body parts it is more difficult to ensure that the position of the measuring tape is fully horizontal and parallel to the floor.

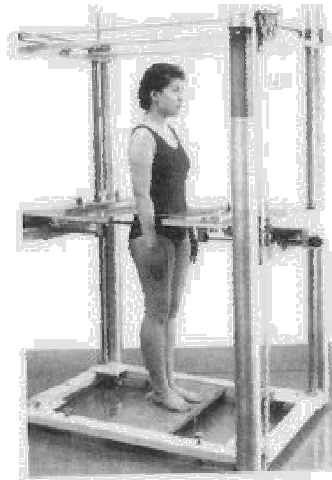


Figure 2: Horizontal anthropometer for determining a curve of the cross-section of a certain part of the woman's body

To this end Miyoshi M. [11] designed a horizontal anthropometer, Fig. 2, in order to draw a curve of the cross-section of a certain part of the woman's body. In a similar way, but using simpler mechanical designs the same author developed a laser device to determine four landmarks over the body simultaneously in one plane, at a certain body height in relation to the floor, Fig. 3.

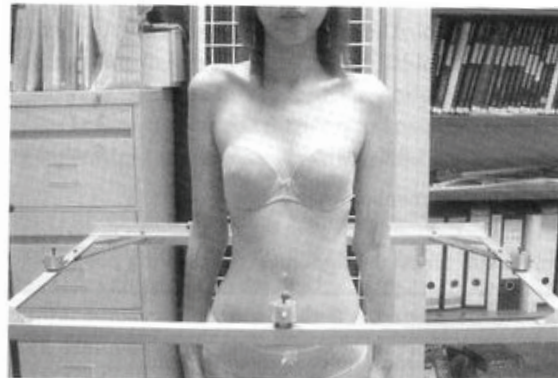


Figure 3: Laser device for determining four landmarks over the body simultaneously in one plane

Before developing a new device, the same authors used the height anthropometer to measure the required marks at the same level on the left, front and back side of the female subject in order to measure reliably and to determine the body circumference over three or four points on the body. The procedure described is easy to perform, but it is time-consuming. Miyoshi et. al. introduced the use of the horizontal and vertical anthropometer to obtain a 2D profile of cross and longitudinal sections of the woman's body because they wanted to simplify and accelerate complex and time-consuming procedures of body measurement, especially in the bust area [11].

By development of innovative computer technologies such as different types of 3D body scanner a new approach to anthropometric measurements and analysis of body posture and shape was made possible. The 3D body scanner for the determination of anthropometric measurements in the clothing industry of western developed countries has been used since several years. Wacoal [12] can be taken as a pioneer in the use of 3D scanning technology for the development and design of models of intimate apparel in the industry of women's intimate apparel.

The use of 3D scanners and related computer program make it possible to obtain a very precise computer 3D body shape and to determine a number of body measurements. A special advantage of the use of this technology is the possibility to analyze the shape of individual body parts, since the analysis of the shape and determination of bust size is essential for the design of bra cuts. Furthermore, it is possible to position

measurement points to desired places on the body model very precisely in an interactive manner. The distance over the straight or curved line and by cross or longitudinal model cutting can be measured between them.

Besides obtaining the data about the body circumference on the line section, a visual presentation of the shape of the curve cross section is obtained, Fig. 4. The presented body measurements and analysis were done using the Vitus Smart 3D body scanner and the related ScanWorx 2.7.2. computer program [13]. Regarding the problems of determining necessary measurements of bra design based on the fact that breasts can have a different shape and development, the use of this kind of technology considerably facilitates the determination of necessary measurements.

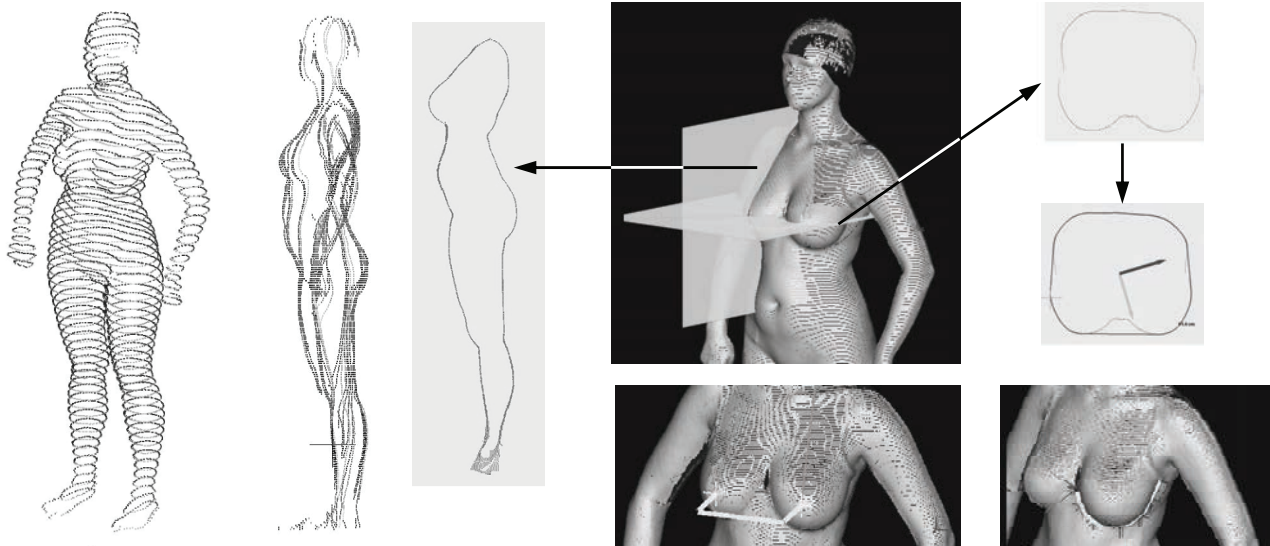


Figure 4: Computer cutting 3D body model by means of planes, curves of the section of body model and planes, analysis of the determination of body measurements

3. Computer 3D/2D design of intimate apparel

In the field of application of the CAD-system of construction preparation in the clothing industry the use of 2D/3D software packages intended for computer construction, simulation and visualization of articles of clothing, gains growing importance. Parameter 3D body models, which can be adapted according to the measurements for an individual garment size or according to individual measurements determined using the 3D body scanner certainly have the greatest importance in the use of the mentioned software packages. Moreover, individual manufacturers of this kind of software packages developed 3D body models or avatars in which face and hair details can be altered, and the model can change several body postures. Likewise, in addition to changes in body measurements, it is possible to interactively adapt posture, development and shape of individual body parts, e.g. breasts in the woman's avatar.



Figure 5: Avatar with a realistic bra visualization for two types of breast development of Messrs Optitex.

Such a model developed by Optitex Ltd. and implemented into the CAD-system of the construction preparation is intended for the manufacturers of women's intimate apparel, Fig. 5 [14]. The use of this model within the program intended for 3D construction directly on the surface of body model allows the construction and design of a bra with optimum fit for a selected body type and shape of breast development, respectively.

In the field of scientific research work a number of methods and systems allowing 3D cut construction of articles of clothing in virtual environment on computer-based body model. The methods and systems developed on this principle [15, 16] mostly offer solutions for designing models of articles of clothing which will be made of elastic body tight materials as is the case of intimate apparel. In this case, the designer designs and also designs a 3 garment model on the surface of the virtual body model. A texture can be applied to the formed surfaces, whereby the realistic representation of a garment model is achieved. After the computer-based design of the surfaces which simulate 3D cutting parts, physical mechanical material properties are applied to them, and the transformation of 3-dimensional into 2-dimensional cutting parts is performed. Faculty of Mechanical Engineering, University of Dresden, conducted investigations of the use of this method, Fig. 6 [17].

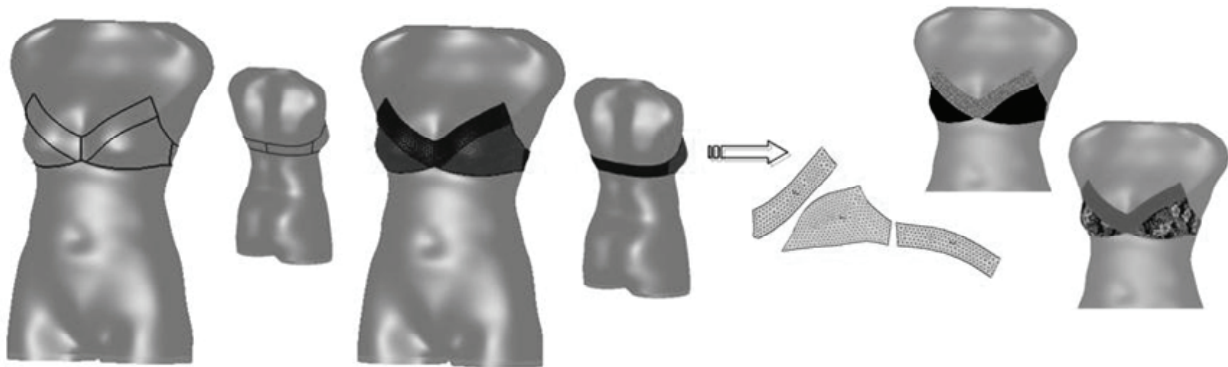


Figure 6: Construction and modeling of 3D bra model on computer-based body model, application of texture and transformation of 3D cut into 2D cutting parts

The use of the presented method in combination with the previously and correctly adapted body avatar in virtual environment results finally in a bra cut which will provide a very good fit and comfort during wearing because the cut will fully correspond to the shape and size of the person's breasts. Moreover, the possibility of the selection of material simulations of different physical and mechanical properties will allow the analysis of stressing 3D bra model in order to assess wearing comfort and necessary corrections of bra cut.

As an example of a successful manufacturer of women's intimate apparel that enables the production of made-to-measure bras based on the use of 3D body scanner and CAD-system for 2D/3D adaptation of cuts the Belgian manufacturer Tulips Lingerie [18] be mentioned.

The number of scientific and research papers, in which the progress of the application of new technologies for research purposes and finding new algorithms in the field of the transformations of 3D surfaces of cutting parts into 2D cuts, is noticeable, Figures 7 and 8 [19, 20].



Figure 7: Visualization of the torso of 3D body model

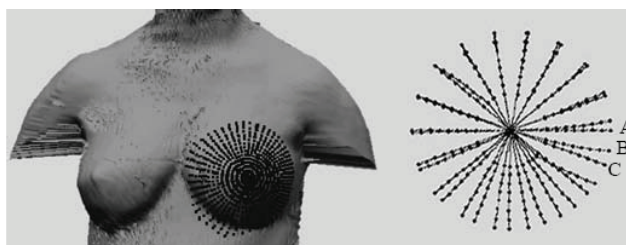


Figure 8: Selection of an appropriate computer-based model of the 2D bra cup developed for the selected 3D body model

4. Innovative materials and methods for testing the fit of intimate apparel

Besides new technologies and CAD-system, which allow making cuts according to measurements, materials used for making high-quality and comfortable bras are essential. In that context the materials must be comfortable in contact with the skin, have good moisture permeability to prevent from excessive sweating, and they should be tested for harmful elements which can exert a negative impact on human health. In that context numerous investigations, not only of basic, but also of auxiliary materials and accessories used in intimate apparel manufacturing are performed. To ensure the optimum fit of the bras that contain previously shaped inserts, it is necessary to optimize the size and shape of the insert in relation to the cup size. Inserts can be made from different types of materials that can be three-dimensionally shaped under temperature influence and given parameters, such as insert depth and cup size, Fig. 9 [21]. The necessary time and temperature, at which inserts of desirable width are shaped, depend on the type of material.

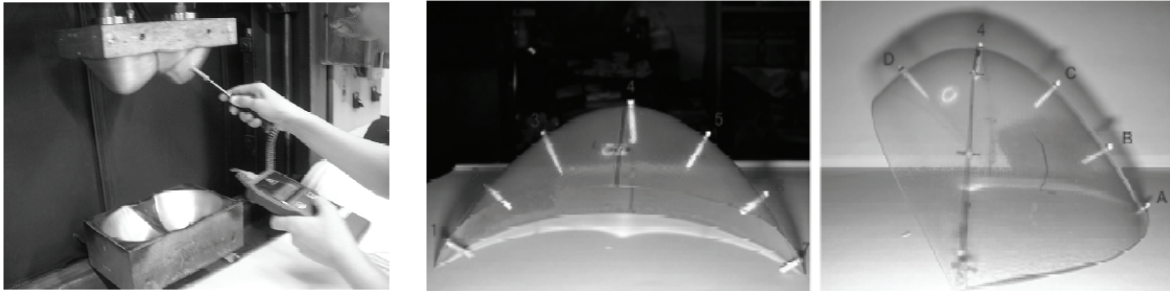


Figure 9: Device for shaping cup inserts, example of a plastic sample of the insert

In research laboratories and development departments of companies innovative solutions of intimate apparel are developed. Since the market always looks for new products, innovative products are mostly well accepted on the market, especially if attractive advertisements accompany them. Scientists and institutes constantly work on new inventions and their implementation into new products which are then commercialized by selling licenses, partner investments or separation. Success always depends on business model, marketing and finances, and it is therefore necessary to include industrial partners into business management. Innovations are very important in all production sectors, which is also the case in intimate apparel industry, because the implementation of new knowledge and technologies finally results in high value-added products because there is always interest in them on the market. This is the way how to create a model of successful business and competitive market position.

Recognizing customer needs can require a detailed analysis of body anatomy and observing their life styles. In that context demands for intimate apparel or bras for women who wear greater bra sizes can be pointed out, and also for sports bras which need a greater support and also provide fit and wearing comfort. In that context the development of new bras offering "intelligent" functionality requires a multidisciplinary investigation of materials, styles, technologies and processes. The uses of polymeric materials with incorporated micro sensors, which allow the detection of too high bra tension in a particular area, enable the adaptation to the body and tension regulation. This especially applies to measurements and tension regulation on the shoulders because of strap pressure, especially in women with larger breasts. One of such investigations were performed by Australian scientists at the University of Wollongong during the development of the bra made of the "intelligent" material which can regulate straps and bra cups, depending on breast movements, Fig. 10 [22].

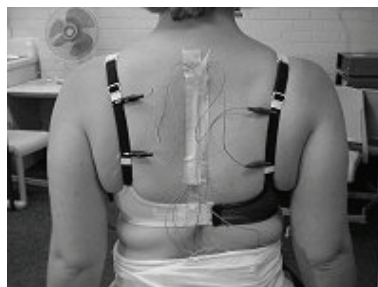


Figure 10: Measuring the strap pressure using the sensors incorporated into the sports bra

The renowned European manufacturer of sports underwear Messrs Shock Absorber developed a series of bras adapted to different types of sports. Thus, besides bra size, it is also important to choose the type of sports since bra strength and support is different for a particular intensity of sports activities. The

investigation performed to this end covered computer simulation of breast movements in a virtual body model at four different levels of the intensity of body movement and then for seven sizes of breast development. Computer simulation allows the analysis of breast movement for the selected intensity level of body movement and bra size. In this case breast movements without a bra, with the common bra and with a newly developed bra are monitored, Fig. 11 [23].

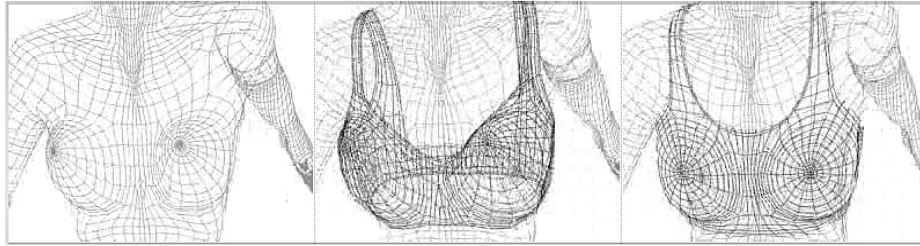


Figure 11: Computer simulation allows the analysis of breast movement for the chosen intensity of body movement and bra size

The development of a new product is subject to numerous investigations, studies and analyses. Unfortunately, in certain cases, when even a prototype can be created, the implementation and commercialization can be made more difficult since it is necessary to perform tests of the behavior of products and their performance. As an example of this kind of product in the field of intimate apparel the development of "intelligent" bra to detect breast cancer at an early stage can be mentioned, Fig. 12. It was developed by the British researchers from the Centre for Materials Research & Innovation -CRMI at the University of Bolton [24].

The innovation is based on the use of the materials sensitive to small temperature changes in the breast tissue, being one of the symptoms of the initial stage of tumor development. The science of thermography in the detection of breast cancer is still in the development phase. The science includes the assumption that when a tumor grows, it increases blood flow. An increase in blood flow affects a slow temperature growth in the breast area. Therefore, a microwave antenna, which allows the collection of data about a temperature change by means of the incorporated microchips.



Figure 12: Smart bra which helps to detect early-stage breast cancer

The commercialization of a new product starts with mass production and successful market launch. Innovations developed by scientific and research institutions are subject to the risk of failure, especially in the last stage or if the support of the companies, which are ready to take the risk of manufacturing and market launch, is withheld. Thus, it is necessary to point out the need for a practical business model and financial control as parameters for the successful commercialization of industrial and academic innovations.

5. Conclusion

Body beauty lies in the eyes of the beholder, and thus it can change with time and culture. The first theory of beauty is represented by golden ratio with studying elements of physical attractiveness and their connection with perception of attractiveness. Golden section, golden proportion and other indices have been developed. Recent research has indicated that in addition to body proportions, body contour also affects the attractiveness of female body shape. Several studies are focused on studying how geometric body parameters and contour form are connected with the subjective assessment of body attractiveness with and without clothes. Systems of garment sizing as well as intimate apparel sizing and bra sizing respectively should be systematically improved as a large number of systems are still based on linear correlations.

The use of 2D and 3D optical and computer-based technologies intended for anthropometric body measurements allow to obtain all necessary data about body measurements and shape in the breast area. Systematic measurements of a sufficiently large sample of the female population and statistical analysis of measurement results will allow the formulation and improvement of the sizing system, but it will also affect the field of garment design, production and sales.

The use of 3D body scanners, innovative software packages and computer-based body models for CAD-systems of the construction preparation in the intimate apparel industry will allow the manufacture of intimate apparel according to individual measurements. Moreover, the use of innovative intelligent materials with integrated sensors and sophisticated investigations of fit and comfort during the development of new models will finally ensure the manufacture of high value-added intimate apparel, resulting in a more competitive market launch.

References

- [1] Ujević, D., Rogale, D. & Hrastinski, M.: *Tehnike konstruiranja i modeliranja odjeće*, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN: 953-7105-01-6, Zagreb, (2004)
- [2] Zheng, R., Winnie, Y. & Jintu, F.: Pressure Evaluation of 3D Seamless Knitted Bras and Conventional Wired Bras, *Fibres and Polymers*, **Vol. 10** (2009) 1, str. 124-131, ISSN 1229-9197
- [3] Sherrow, W.: *For Appearance sake: The Historical Encyclopedia of Good Looks, Beauty and Grooming*, Westport, The Oryx Press, ISBN 1-57356-204-1, (2001)
- [4] Tovée, M. J., Emery, J. L. & Cohen, T. E.: The Estimation of Body Mass and Physical Attractiveness is Dependent on the Observers Own Body mass, *Proceedings of the Royal Society*, (Ed. London B.), pp. 1987-1997, (2000)
- [5] Hrastinski, M. & Ujević, D.: ISO 3635 i ISO 8559 – temeljnica Hrvatskog antropometrijskog sustava, *Zbornik radova Hrvatski antropometrijski sustav - put u Europu* (Ur. D. Ujević), str. 27-42, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (2004)
- [6] International Standard (ISO 8559), Garment Construction and Anthropometric Surveys – Body Dimensions, The International Organization for Standardization, (1989)
- [7] International Standard (ISO 7250), Basic Human Body Measurements for Technological Design, The International Organization for Standardization, (1996)
- [8] Available from <http://emedicine.medscape.com/article/840565-overview>, Accessed: 2009-09-14
- [9] Draft International Standard (ISO/DIS 20685), 3D Scanning Methodologies for Internationally Compatible Anthropometric Databases
- [10] O'Brien, R., & Shelton, W.C.: Women's Measurements for Garment and Pattern Construction, Miscellaneous Publication No.454., Washington DC., Government Printing Office, (1941)
- [11] Miyoshi, M.: A Study on the Clothing Construction. The Anthropometry of Women's Cross-section and Cross-Shape, *Journal of Bukan Women's University*, (1970), 2, str. 22-43
- [12] Available from <http://www.wacoal.co.jp/company/aboutcom/ningen/index.html>, Accessed: 2009-09-18
- [13] Available from http://www.vitronic.de/uploads/media/vitus_e.pdf, Accessed: 2009-09-18
- [14] Available from <http://www.optitex.com/en/search/node/eva>, Accessed: 2009-10-02
- [15] Wang, C.C.L. & Tang, K.: Pattern Computation for Compression Garment, ACM Solid and Physical Modeling Symposium 2008, Stony Brook, New York, USA, June 2-4, (2008), ISBN:978-1-60558-106-2
- [16] Rödel, 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) 3/4, pp. 217-227, ISSN 0955-6222
- [17] Available from http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_maschinenwesen/, Accessed: 2009-10-02
- [18] Available from <http://www.tulips-lingerie.com/>, Accessed: 2009-09-13
- [19] Wang, P.J. & Zhang, Y. W.: An approach to predicting bra cup dart quantity in the 3D virtual environment, *International Journal of Clothing Science and Technology*, *International Journal of Clothing Science and Technology*, **Vol. 19** (2007) 5, str. 361-373, ISSN 0955-6222
- [20] Petrak, S.: Metoda 3D konstrukcije odjeće i modeli transformacija krojnih dijelova, Doktorska disertacija, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, (2007)
- [21] Yip, J. Ng, S.P.: Study of Three-dimensional Spacer Fabrics: Molding Properties for Intimate Apparel Application, *Journal of Materials Processing Technology*, **Vol. 209**, (2009), pp. 58-62
- [22] Available from <http://www.abc.net.au/science/news/stories/s131388.htm>, Accessed: 2009-09-14
- [23] Available from <http://www.shockabsorber.co.uk/home/aboutus.htm>, Accessed: 2009-09-14
- [24] Siores, E.: Smart bra for early cancer detection, *Medical Textiles*, (2007) October, pp. 6

ODJEĆA IZRAĐENA OD CELULOZNIH KEMIJSKIH VLAKANA I NJEZIN UTJECAJ NA MIKROKLIMU ODJEĆE NA KOŽI I AKTIVNOST MIŠIĆA

GARMENT MADE OF CELLULOSIC MAN-MADE FIBERS AND ITS INFLUENCE ON SKIN-CLOTHING MICROCLIMATE AND MUSCLES ACTIVITY

Malgorzata ZIMNIEWSKA; Julius HUBER; Teresa TORLINSKA & Edita BOGACZ

Sažetak: Odjeća kao nerazdvojiva karakteristika ljudskog života djeluje s ljudskom kožom zbog čega nastaje mikroklima kože i odjeće koja utječe na kretanje tijela. S druge strane, senzorski receptori prikupljaju signale s površine kože i reguliraju psihološke procese u ljudskom tijelu. U ovom radu daje se analiza utjecaja kože na aktivnost mišića nositelja. Ispitana odjeća izrađena je od 100% kemijskih celuloznih vlakana: TENCEL®, 100% poliesterskih vlakana i njihovih mješavina. EMG parametri napetosti mišića podlaktice dobrovoljaca koji nose odjeću registrirani su tijekom eksperimenta. Posebna pozornost posvećena je nadziranju parametara mikroklimе koža-odjeća tijekom 5 sata nošenja odjeće. Eksperimenti su provedeni u stanju mirovanja. Ispitana su svojstva sirovina za odjeću prema međunarodnim normama. Rezultati studije pokazali su da svakodnevna odjeća može uzrokovati promjene elektromiografskih podataka o napetosti mišića. Pojave su uočene samo u slučaju poliesterske odjeće.

Abstract: The clothing as an inseparable attribute of human's life interacts with the human skin, resulting in a skin – clothing microclimate which will affect the body movement. The sensory receptors on the other hand, collect signals from the skin surface and regulate the physiological processes in the human body. This article presents the analysis of the clothing influence on the muscle activity of the wearer. The tested garments were made of 100 % man-made cellulosic fibers: TENCEL®, 100% polyester fibers and their blends. EMG parameters of forearm muscle tension of volunteers wearing the apparel were registered during the experiment. Special attention was paid to monitoring skin-clothing microclimate parameters during wearing clothes by the volunteers for 5 hours.. The experiments were performed during a rest state. The properties of the clothes raw materials were tested according to international standards. The results of the study showed that everyday clothing may cause changes in the electro-myographic records of muscle tension. The phenomena were observed only in the case of polyester clothing.

Ključne riječi: odjeća, TENCEL®, poliester, napetost mišića, EMG, mikroklima koža - odjeća

Keywords: garments, TENCEL®, polyester, muscle tension, EMG, skin – clothes microclimate

1. INTRODUCTION

The study was based on the research conducted in INF, where a new methodology of estimation of clothing influence on the human body was developed in cooperation with the Medical University [1].

The original research proved that the clothing made of different raw materials influences the myographic parameters of the user's muscles to various extents. This phenomenon is due to different garment abilities to affect sweating intensity, skin temperature and collecting electrostatic charges on their surface.

The tested clothes were made of two basic types of raw materials: linen and polyester fibers as well as their blends – in a ratio of 75% linen/ 25% polyester fiber, 50% linen/ 50% polyester fiber and 25% linen/75% polyester fiber. The main analysis made, were upon the fabric properties responsible for creating comfort and microclimate parameters in the skin-clothing sphere. The hygienic and electrostatic parameters, by creating specific microclimate in certain ambient conditions and physical activity of the user, affect the electro-myographic records of muscle moving units. The records of electro-myographic parameters were taken from the muscles of the upper limbs of the same group of subjects, before and after 5-hours of covering the bodies with the tested clothing. In the study values of the electro-myographic records were compared according to statistical methods used for dependent and independent variables.

As a result of the original studies, the influence of clothing on the myographic parameters of the muscles was identified, and the following conclusions were made:

- Clothing made of linen fabrics causes change in electro-myographic parameters of the users' muscles to a minimum extent. Slight changes that occur may result from the natural increase of human skin temperature, due to body covering with clothes. These changes do not have a desynchronizing character.
- Clothing made of polyester fabrics evidently causes changes in the myographic records of the muscles, after 5-hour-cover of the bodies with the tested clothing. This proves the existence of the desynchronization of muscle units.
- The threshold value of the polyester portion in the blend with linen fibres is 25%. The clothing of such a composition of the raw materials does not cause the desynchronization of the healthy muscle units and at the same time provides optimal comfort for the user.

According to the results of the original research described above, new studies were undertaken in order to determine the influence of the garments made of man-made cellulosic fibers, covering transiently the forearm muscles on the activity of the motor units of these muscles. The motor units of the tested muscles were studied both in resting conditions and during the volunteers' movements. The garments were made from TENCEL® (a man-made cellulosic fibre of the generic fibre type Lyocell), polyester fibres and their blends. Similarities of linen fibers and man-made cellulosic fibers allowed expecting that the results of the current studies will correspond to the results of the original research.

Among many factors, which may influence the activity of muscle motor units, temperature changes, sweating as well as the possibility of electrostatic field existence over the surface of examined muscles, were taken into account. It is supposed that one of the determinants causing this phenomenon are changes in the transmission of motor fibers innervating the investigated muscles. The circadian cycle of the muscles efficiency, coming from the fatigue-relaxation rhythm, was also considered in these studies [3]. It is commonly known, that typically in a healthy human, the motor units after relaxation during a sleep, between 1.00 am and 7.00 am, show a fluctuate activity up to the period of their maximal efficiency in the pre and afternoon hours. Furthermore, around 6.00 pm - 10.00 p m, the efficiency of the motor units undergoes exhaustion, because of their natural fatigue, reaching peak in the late evening hours, around 11.00 p.m. [4].

Therefore, the period of the day for the tests to be performed was chosen to be between 2.00 pm and 9.00 pm, in order to adjust the changeable activity to an optimal period of the muscle motor units efficiency of a healthy human. The circadian cycle of the temperature rhythm is, in general, the same as above. The variability in the muscle motor units efficiency is dependent on the sex of the individuals, due to which the chosen volunteers in the study were males. The aim of the study was to investigate if the clothing made of man-made cellulosic fibres or polyester fibres can be the reason for changes in the electro-myographic recordings from the chosen arm and forearm muscle groups. The experiment was performed in the Laboratory of Physiological Influence of Textiles on the Human Body at the Institute of Natural Fibres in Poznan, Poland.

2. MATERIALS AND METHODOLOGY

Seven groups of raw materials were used for the garments investigated in the study: TENCEL®, polyester, and their blends. The TENCEL® fiber type used for 4 materials was a cross-linked TENCEL® A100 variant. Garments can be made from this fiber without the need for the finishing procedure. These garments are referred further as "TENCEL®". For comparison, another cross-linked TENCEL® fiber type, TENCEL® LF, was also used for one set of knitted garments. Three of the tested types of clothes were made from woven and four were from knitted fabrics. 2% of Elastane fibers were added to each type of the knitted fabrics produced as shown in Table 1.

Table 1: Raw materials of the garments used for testing

Fiber composition	
Woven garments	Knitwear
100 % TENCEL® A100	98% TENCEL® LF, 2% ELASTANE
50% TENCEL® A100, 50% PES	98% TENCEL® A100, 2% ELASTANE
100% PES	69% PES, 29% TENCEL® A100, 2% ELASTANE
	98% PES, 2% ELASTANE

Through wash was the only process applied to the knitted and woven fabrics. The tests were conducted on long-sleeved men's shirts and trousers made of the above mentioned fibers. The geometrical model of the tested woven garments was similar, but yet different in comparison with the knitted group of garments. Complete metrological analyses of the woven and knitted fabrics were conducted on the tested garments. The obtained results of the fabrics properties are shown in Table 2.

Table 2: Properties of tested materials

Raw materials	Standards	100% TENCEL®		50%TENCEL® 50% PES		100% PES		98%TENCEL® LF 2%ELASTANE		98% TENCEL® 2%ELASTANE		69%PES 29%TENCEL® 2%ELASTANE		98% PES 2%ELAST.	
		warp	weft	warp	weft	warp	weft	wale	course	wale	course	wale	course	wale	course
Mass per square meter [g/m ²]	PN-ISO 3801	155		124		135		202		207		194		188	
Density of threads	PN-85/ P-04787; PN-80/ P-04637	436	549	354	157	511	572	157	213	155	218	144	238	146	224
		0,274		0,303		0,281		0,687		0,578		0,631		0,486	
Hygroscopicity 65% Hi [%]	PN-80/ P-04635	10,36		3,042		0,443		12,56		11,42		3,888		0,634	
Hygroscopicity 100% Hi [%]		19,38		5,301		0,462		24,39		19,47		5,835		0,599	
Air permeability [l/m ² /s]	PN-EN ISO 9237	400,2		510,7		154,5		364,5		505,5		362,8		1241	
Speed of water absorption [s]	JS No.59/ L 1096-199	0,64		1,10		2,40		0,18		0,30		4,08		0,71	
Resistance 1010 [Ω]	PN-92/ E-05200	right	left	right	left	right	left	right	left	right	left	right	left	right	left
		2,9	2,7	6,0	4,9	250	243	1,7	1,6	4,6	3,5	9,9	9,1	65	83
Time constant of disappearance of electrostatic charges [ms]		1.065		11.343,2		(greater than 106)		2.770,8		2.755,8		14.700,5		-(greater than 106)	
Heat conductivity 10-3 [W/mK]	Alambeta method	53,14		43,70		62,38		55,56		49,82		48,46		38,47	
Moisture transfer [g/dm ² h]	PN-71/ P-04611	2,846		2,799		2,894		2,780		2,756		2,965		2,583	

The fabric properties related to water sorption ability worsen considerably with the increase of polyester fibers share in the tested blends with manmade cellulosic fibers. The increase of the polyester fibers share of about 50% caused proportional reduction of the hygroscopicity level respectively. In the case of the water sorption speed for the 100% PES woven fabric, there was a significant increase of the time needed to soak in a water drop, but in case of the knitted fabric made of blend 69% PES/ 29%TENCEL®/ 2% Elastane, the growth of the speed of water sorption is the highest. The lowest level of water sorption speed was recorded for knitted fabrics made of TENCEL®. The TENCEL® knitted fabric and TENCEL® woven fabric showed also a very good ability of water sorption.

Usually, in spite of the similar structure of tested materials polyester fibers used with cellulosic fibers for fabrics production have clearly reduced the level of air permeability. This regularity is observed in case of fabrics made of 100% TENCEL® and 100% polyester fibers. Slightly higher level of air permeability, in comparison to 100% TENCEL® fabric, was obtained for fabric made of 50%PES/ 50% TENCEL®. This is possible because the density and surface mass of this blended fabric is lower than the 100% TENCEL® fabric.

Thermal insulation of the tested fabrics increases with the drop of heat conductivity. The highest level of thermal insulation is evident for polyester with 2% Elastane the knitted fabric of polyester with 2% Elastane. The lowest level of thermal insulation is evident for Polyester and TENCEL® woven fabrics. In the case of knitted fabrics, their heat conductivity decreases with the growth of polyester content in the blends. The clothing made of cellulosic fabrics does not collect electrostatic charges on their surface. Even 29 % TENCEL® share in blends with polyester reduces their ability to collect the charge. The knitted fabric made of 98%PES 2% Elastane was characterized by a lower surface resistance in comparison with the fabric made of 100% PES.

As it is shown, knitted fabric made of 69%PES 29% TENCEL® 2%Elastane was characterized by the highest ability of moisture transfer. High level of moisture transfer was seen for the polyester woven fabric, but polyester knitted fabric was characterized by the lowest level of this parameter.

Tests were performed from 9th January to 6th February 2006 in air conditioned chamber with the same air temperature of 21,5 ÷ 23,5o C and humidity of 40 ± 5%.

Ten healthy men aged between 19-30 years, weight from 55 to 82 kg and height from 163-188cm acted as volunteers. They wore each of the seven types of tested garments for three days. The results obtained were compared to analogically methodological results found in a control group of healthy volunteers (N=50), who did not wear clothes used for the tests described in this study. The temperature of the forearm skin and the back skin, as well as the level of moisture in the skin – clothes area were registered by GRANT and CORNEOMETER apparatuses, every hour during wearing the clothes. The electrostatic potential on the surface of the tested clothes was measured directly on the garment worn by the volunteers.

Tests of electro-myographic recordings from the chosen muscle groups of arm and forearm were performed twice, before wearing the clothes (at about 14.30) and five hours after wearing the clothes (at about 19.30), considering also a daily biological rhythm of temperature and muscles activity [5].

3. RESULTS AND DISCUSSION

The main parameters of the skin - clothes microclimate measured under the tested garments are shown in Figures 1, 2, 3.

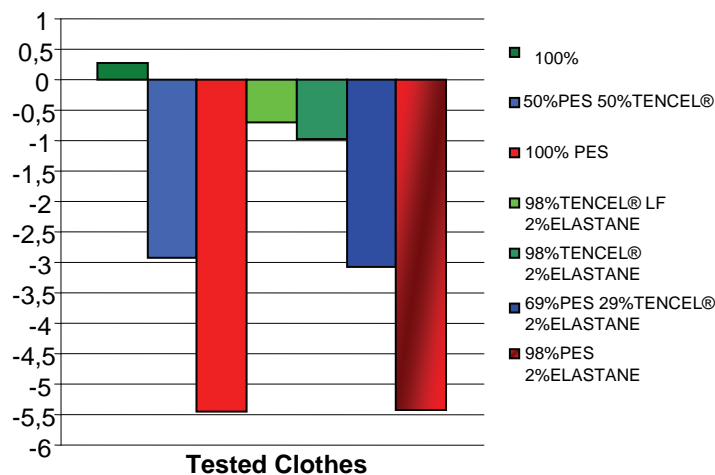


Figure 1: The electrostatic potential on the surface of tested garments [100V]

The results of the measured fabrics ability to collect electrostatic charges show, that the man wearing polyester clothes is permanently exposed to an electrostatic field. In case of the TENCEL® garments the phenomenon does not exist. The results of moisture measurements in the skin – clothing area showed that the biggest increasing of back skin moisture was observable in the case of wearing the garment made of polyester fabric for 5 hours. The growth of the moisture level in the skin - clothes area was visible during wearing the knitted garment. The changes were not so high as in the case of 100% polyester woven garment, but higher than TENCEL® LF knitted and woven garment made of 100% TENCEL®, 50%PES /50%TENCEL®.

The tested garments made of woven fabrics 100% TENCEL®, 50%TENCEL® /50%PES, 100%PES were loose, did not fit close to the volunteers' bodies. Knitted garments fitted close to volunteers' bodies and the exchange of air from the skin – clothes area to the ambient environment was more difficult than in the case of the tested woven garments. A comparison of the effect of such different clothes on the microclimate in the skin – clothes area is difficult.

The properties of the textile materials used for the garment production, as well as the geometrical model and their fit to the wearer's body are responsible for the microclimate creation, in precise climatic conditions and for specified level of physical activity. The physical activity of the volunteers was at the same low level. The climatic conditions were stable during the experiment.

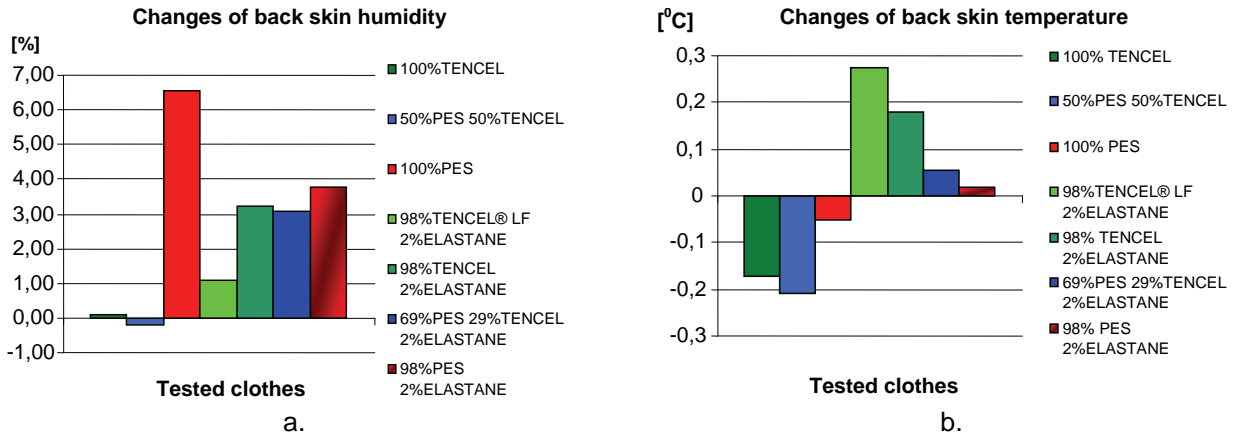


Figure 2: Changes of: a) moisture in the skin-clothes area; b) temperature measured on the back after 5 hours of garment wearing

The temperature measured between the clothing and volunteers' back skin changed, depending on the type of the worn garment. In the case of loose woven garments characterized by lower thermal insulation, the volunteers felt coolness in spite of the ambient temperature of 21.5 ÷ 23.5 oC, because they sat without any physical activity. In the case of the knitted garments, which fitted closer to volunteers' bodies, heat was kept and the changes of the temperature measured in the skin – clothes area were a little higher. In the case of the polyester garments it was observed that the back skin temperature was at the same unchanged level for the whole 5-hour period of wearing the garment. However, the back skin moisture increased in the group, which according to the thermoregulation principle allowed maintaining the skin temperature at a constant level.

3.1 EMG Tests

During the measurements the upper extremity with the placed electrodes was put on a soft surface. Resting potentials were measured with complete relaxation of the muscle. Then, the tested person was asked to expose the muscles to maximum effort for no longer than 5 seconds. The principles of the analyzed electro-myograms are shown in Table 4.

The recordings of the muscles activity in the resting state and during a maximal stretch (volunteer movement) were performed with a pair of chloride-silver surface electrodes, placed on the surface of the skin over the muscles extending the wrist and the flexor muscle of the arm or extensor elbow muscle. Placing the electrodes over the muscle of the belly was always the same. EMG recordings were performed with Neurorapid Run Time 10/20 electro-myograph.

The results of the EMG tests are shown in Table 4. Examples of the EMG recordings performed in the resting state of the muscles (arm, forearm) and during the volunteer's movement, before and after garment wearing made of 100%TENCEL® and 100% polyester are shown in Figures 4 and 5. As it is shown in Table 4, both types of the spontaneous activity at low (2) and high (3) frequency are present in electro-myograms more for the extensor wrist muscles than biceps muscles. This phenomenon is the most evident in case of the muscles activity comparison recorded before and after covering the body by the garments made of 100% Polyester fabric, as well as 98% Polyester 2% Elastane knitted fabric. Additional spikes or series of spikes were seen in the EMG recordings performed after 5-hours of garment wearing made of TENCEL® / Polyester blends. In case of the garment made of 100% TENCEL®, 98%TENCEL® 2%Elastane, 98%TENCEL® LF 2%Elastane, this phenomenon can be neglected.

Table 4: Results of the electro-myographic tests performed on groups of volunteers before and after garment wearing and on the control group

EXAMINED GROUP	INVESTIGATED PARAMETER	RESTING STATE		MOVEMENT		
		AMPLITUDE (µV)	SPONTAN. ACTIVITY ¹ (Number of events per number of tests)	AMPLITUDE (µV)	FREQUENCY (Hz)	
CONTROL GROUP N=50	ARM FLEXOR	0.4-5.9 (1,6) SD=0,21 n=100	2/100	850-2600 (1805) SD=210,1 n=100	97-106 (97,5) SD=5,22 n=100	
	WRIST EXTENSORS	0.5-5.9 (1,9) SD=0,21 n=100	3/100	800-1450 (1080) SD=100,6 n=100	95-115 (78,5) SD=8,25 n=100	
100% TENCEL® N=30	BEF. TEST	M. BICEPS	0.5-6 (1,7) SD=1,2 n=57	2/2/57	800-4000 (2174) SD=1027,5 n=53	48-98 (78,4) SD=12,6 n=53
		M. EXT. CARP	0.5-5 (1,7) SD=1,1 n=57	3/2/57	800-4000 (2093) SD=993,0 n=53	48-98 (78,4) SD=12,6 n=53
	AFTER TEST	M. BICEPS	0,5-4 (1,4) SD=0,9 n=57	2/2/57	800-4800 (2114) SD=926,9 n=52	50-98 (76,6) SD=13,8 n=52
		M. EXT. CARP	0,5-5 (1,4) SD=1,0 n=57	4/2/57	600-4100 (2077) SD=929,0 n=52	52-98 (79,9) SD=12,4 n=52
98%TENCEL® 2%ELAST.N N=30	BEF. TEST	M. BICEPS	0,5-4 (1,9) SD=0,8 n=60	brak	1100-5000 (3576) SD=947,8 n=59	68-98 (84,3) SD=9,9 n=59
		M. EXT. CARP	0,4-4 (2,1) SD=0,9 n=60	1/2/60	1400-5000 (3419) SD=863,9 n=59	66-98 (84,8) SD=9,2 n=59
	AFTER TEST	M. BICEPS	0,5-3 (1,8) SD=0,7 n=60	1/2/60	1700-5000 (3966) SD=755,5 n=55	70-98 (84,1) SD=9,2 n=55
		M. EXT. CARP	1-4 (2,1) SD=0,8 n=60	3/2/60	1400-5200 (3634,5) SD=778,0 n=55	62-98 (83,3) SD=8,8 n=55
98% TENCEL® LF 2% ELASTANE N=30	BEFORE TEST	M. BICEPS	0,5-4 (1,5) SD=6 n=56	1/2/56	800-4500 (2379) SD=1102,7 n=53	68-96 (78,8) SD=7,0 n=53
		M. EXT. CARP	0,5-3 (1,3) SD=0,6 n=56	3/2/56	1000-4500 (2474) SD=870,0 n=53	72-98 (80,4) SD=5,4 n=53
	AFTER TEST	M. BICEPS	0,5-3 (1,1) SD=0,5 n=60	brak	900-4500 (2865) SD=930,1 n=60	68-98 (84,3) SD=10,1 n=60
		M. EXT. CARP	0,5-3 (1,3) SD=0,6 n=60	2/2/60	1300-4000 (2664) SD=667,1 n=60	70-98 (85,6) SD=8,1 n=60
50% TENCEL® 50% PES N=30	BEFORE TEST	M. BICEPS	0,5-3 (1,3) SD=0,7 n=57	1/2/57	1000-4500 (2632,7) SD=989,3 n=52	64-96 (82,6) SD=9,4 n=52
		M. EXT. CARP	0,5-3 (1,4) SD=0,7 n=57	5/2/57 1/3/57	800-4000 (2335) SD=839,2 n=52	70-96 (83,6) SD=7,6 n=52
	AFTER TEST	M. BICEPS	0,5-4 (1,5) SD=0,8 n=60	2/2/60 2/3/60	1100-4500 (2614,5) SD=930,8 n=55	52-98 (82,5) SD=10,4 n=55
		M. EXT. CARP	0,5-8 (2,1) SD=1,4 n=60	16/2/60 13/3/60	1100-4000 (2473) SD=989,3 n=55	66-98 (84,2) SD=8,6 n=55
69% PES 29% TENCEL® 2% ELASTANE N=30	BEFORE TEST	M. BICEPS	1,-4 (2,1) SD=0,7 n=60	1/2/60	700-5000 (3276) SD=1096,2 n=59	68-98 (81,7) SD=5,5 n=59
		M. EXT. CARP	1-4,5 (2,2) SD=0,9 n=60	4/2/60	1000-5000 (3269) SD=813,5 n=59	72-98 (83,1) SD=4,7 n=59
	AFTER TEST	M. BICEPS	0,5-6 (2,2) SD=1,0 n=59	9/2/59 1/3/59	1300-5500 (3748) SD=1068,8 n=54	68-98 (83,3) SD=4,8 n=54
		M. EXT. CARP	0,5-6 (2,3) SD=1,2 n=59	11/2/59 3/3/59	1500-5000 (3591) SD=950,7 n=54	72-92 (83,9) SD=3,8 n=54
98% PES 2% ELASTANE N=30	BEFORE TEST	M. BICEPS	0,5-4 (1,7) SD=0,8 n=60	4/2/60	700-6000 (3059) SD=1307,8 n=59	66-98 (82,4) SD= 6,6 n=59
		M. EXT. CARP	0,5-4 (1,7) SD=0,8 n=60	3/2/60	1400-5000 (2949,2) SD=930,4 n=59	72-94 (82,7) SD= 4,8 n=59
	AFTER TEST	M. BICEPS	0,5-5 (2,1) SD=0,9 n=57	12/2/57 2/3/57	900-5000 (2911) SD=1128,0 n=54	65-98 (82,7) SD=7,2 n=54
		M. EXT. CARP	1-10 (2,6) SD=1,5 n=57	24/2/57 4/3/57	1300-5000 (2856) SD=878,2 n=54	73-98 (83,7) SD=83,7 n=54
100% PES N=30	BEFORE TEST	M. BICEPS	0,5-0,3 (1,3) SD=0,6 n=58	brak	800-5000 (2469) SD=1095,4 n=59	60-95 (76,7) SD=7,1 n=59
		M. EXT. CARP	0,5-3 (1,4) SD=0,7 n=58	1/2/58	1000-4500 (2616,9) SD=954,3 n=59	64-92 (78,5) SD=6,4 n=59
	AFTER TEST	M. BICEPS	0,5-5 (1,8) SD=0,9 n=59	10/2/59 2/3/59	1000-5000 (2750) SD=1090,3 n=56	65-96 (70,1) SD=6,3 n=56
		M. EXT. CARP	0,5-5 (2,2) SD=0,9 n=59	26/2/59 2/3/59	1000-5000 (2832) SD=829,3 n=56	68-98 (79,6) SD=6,2 n=56

¹ In the column **spontaneous activity** the values 2 or 3 refer to the kind of spontaneous potentials as follows:

2 – rare, low amplitude, spontaneous activity at low frequency as a single spike

3 – intensive spontaneous activity at high frequency as a series of spikes

E.g. 1/2/27 refers to 1 case of type 2, spontaneous potentials in EMG recordings at a resting state, observed in 27 tests of one muscle.

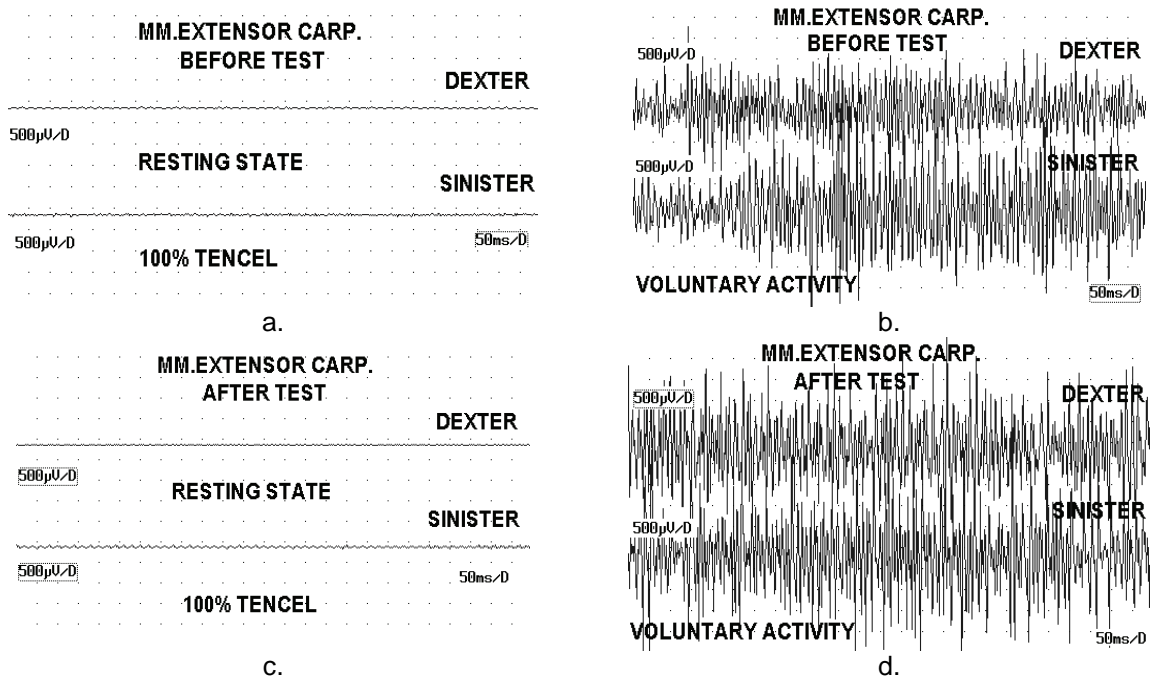


Figure 4: Examples of bulk electro-myograms recorded on volunteers in the resting state and during a maximal effort from extensors of the wrist: a), b) before; c), d) after the wearing of garment made exclusively of TENCEL®

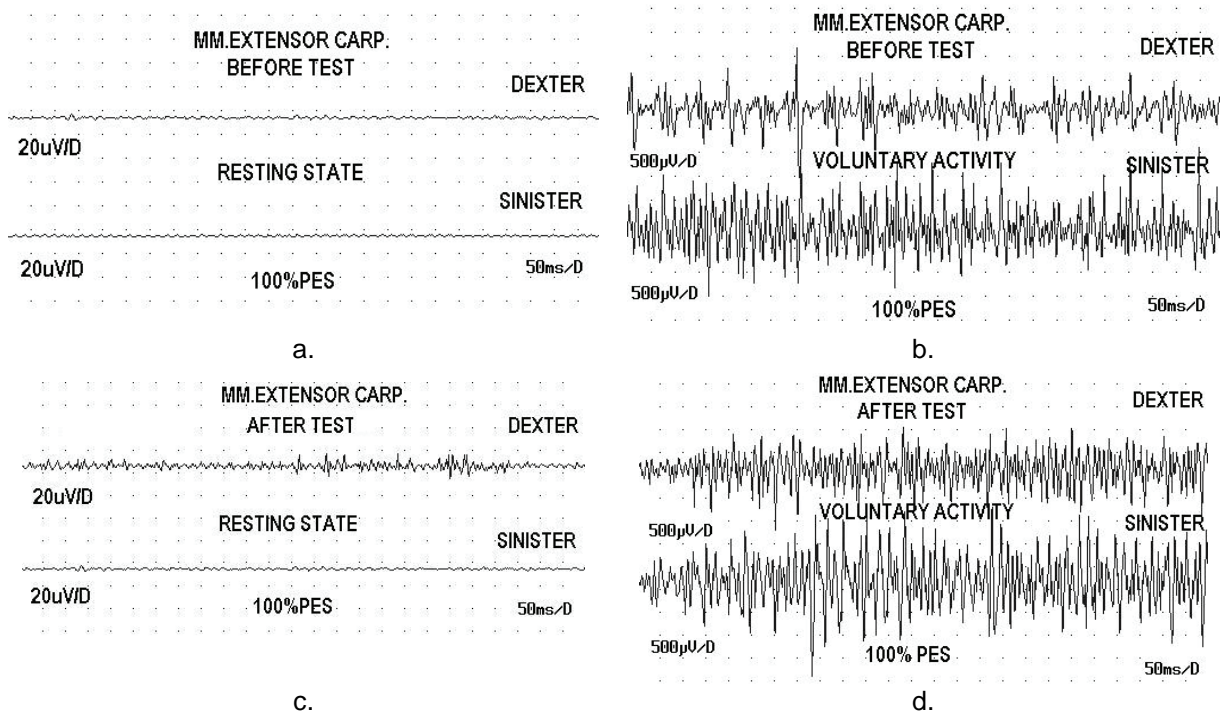


Figure 5: Examples of bulk electro-myograms recorded on volunteers in the resting state and during maximal effort from extensors of the wrist: a), b) before; c), d) after the wearing of garment made exclusively of PES

The amplitude of the potentials of recordings performed from both muscle groups, in the resting state, increased after 5-hours of wearing the garment made of 100%PES, 98%PES /2% Elastane, 50%PES/ 50% Elastane and 69%PES/ 29%TENCEL® /2% Elastane.

Only slight differences in the values of the amplitude and the frequency were observed in bulk electro-myograms recorded during the muscle maximal stretch, before and after 5 hours of tested garments. The changes of the skin temperature under the influence of the tested garments were slight, only up to 0.250C. The temperature increase plays a very important role in the muscles activity and can be the reason of electro-miographic parameter changes. Changes in the EMG recordings caused by the tested garment,

which were found in this study, showed small differences in comparison to the results obtained in the previous study related to the EMG tests of garment made of linen/polyester [1]. In case of the previous investigation the differences of skin temperature under the linen/ polyester garment were between 0,60C – 1,50C. The thermal insulation of the linen/polyester fabrics was higher in comparison to TENCEL® garments. Other factors, which could influence muscles activity, such as: changes of skin moisture under tested garments or fabric ability to collect electrostatic charges, were evident in this study. It means that the changes observed in the EMG parameters in the resting state and during maximal stretch, recorded before and after garment wearing, could be caused mainly by sweating and electrostatic field.

The appearance of spontaneous activity of the muscles observed in EMG recordings performed in the resting state of volunteers who wore garments made of fiber blend 50%TENCEL® 50%PES, reflected changes in the motor activity of examined muscles. It means that a composition of raw materials with higher share of polyester than 50% can be treated as creating a discomfort of muscle motor units activity.

4. CONCLUSION

Covering volunteers body with garments made of polyester or blends of high polyester portion with TENCEL® brings about a spontaneous activity of muscle motor units of two types, indicating significant changes in the muscle motor units activity. These phenomena were not observed in the muscle activity performed before and after wearing the garment made of TENCEL®, as well as for the control group.

An increase in the amplitudes of EMG action potentials recorded in the resting state are evident more in the case of wrist extensor muscles than wrist flexor muscles and mainly for clothes made of polyester and polyester / TENCEL® blends worn by the volunteers for 5 hours. These phenomena were not observed in the case of the muscle activity performed before and after wearing the garment made of TENCEL®, as well as for the control group.

Changes of the amplitude and frequency in the bulk electro-myographs, recorded during volunteer movements, before and after 5 hours of wearing the garment are very small for all garment types. The changes of the amplitude and the spontaneous activity in the EMG recordings of the muscles in the resting state performed before and after wearing of polyester garments were affected by a complex of factors such as: sweating and electrostatic field. In the case of the garment made of manmade cellulosic fibers, the phenomenon of sweating increases and electrostatic charge collection do not exist; hence, the garments made of TENCEL® fibers do not influence the muscle activity of the wearer.

References

- [1] Zimniewska, M.: The Effect of Raw Material Composition of Clothes on Some Physiological Parameters of Human Organism", PhD Thesis, (2006)
- [2] Zimniewska, M., et al: The Influence Of Natural And Synthetic Fibres On Activity Of The Motor Units In Chosen Muscles Of Forearm; *Fibers & Textiles in Eastern Europe* **Vol. 39** (2002) 4, pp. 55-59
- [3] Swash, M. & Schwartz M.S.: Biopsy Pathology of Muscle, ISBN 13: 9780890894491, Chapman & Hall, London (1998)
- [4] Winkel J. & Jorgensen K.: Significance of skin temperature changes in surface electromyography, *Eur. Appl. Physiol.* **Vol. 63** (1991) pp. 345-348
- [5] Huber J. & Torlińska T.: Bright light effects on the motor units activity in forearm muscles of healthy subjects tested in winter season. *J. Physiol. Pharmacol.* **Vol. 53** (2002) 1, pp. 33



SEKCIJA A

VLAKNA I MATERIJALI

SECTION A

FIBERS & MATERIALS

VISOKOUČINKOVITI TEKSTILNI MATERIJALI I VLAKNA UNAPRIJEĐENE VRIJEDNOSTI

HIGH PERFORMANCE TEXTILE MATERIALS AND ADDED-VALUE FIBRES

Maja ANDRASSY; Edita VUJASINOVIĆ; Ružica ŠURINA & Marina MARTEK

Sažetak: *Suvremeni svjetski trend u razvoju tekstilnih vlakana i vlaknastih materijala ukazuje na njihovu sve veću primjenu u različitim granama industrije i tehnike. Zahtjevi na vlakna i materijale za pojedina alternativna područja primjene izuzetno su visoki i specifični, a postižu se kroz inženjering vlakana tj. razvojem novih generičkih tipova vlakana ili modifikacijama postojećih konvencionalnih vlakana. Istraživanja u okviru projekta „Visokoučinkoviti tekstilni materijali i vlakna unaprijeđene vrijednosti“, dio kojih je prikazan u ovom radu, odnose se na utvrđivanje mogućnosti modificiranja standardnih tekstilija i vlakana, napose zanemarenih vlakana iz domaćih izvora (vuna i lan). Pretpostavka je da se inovativnim proizvodnim i doradnim procesima postojećim konvencionalnim vlaknima može unaprijediti vrijednost, te se kao takva mogu koristiti za dizajn novih tekstilnih materijala ciljanih svojstava u upotrebi. Shodno tome razvijaju se i metode odnosno sustavi objektivnog mjerenja i vrednovanja nekonvencionalnih tekstilnih materijala i/ili materijala ciljanih svojstava u upotrebi.*

Abstract: *Contemporary trends in the development of textile fibers and materials indicate their increasing application in various branches of industry and technology. Requirements on fibers and materials for some alternative applications are extremely high and specific. They can be achieved through fibers engineering and development of new fibers i.e. new generic types of fibers or modifications of existing conventional ones. The researches within the project “High performance textile materials and added-value fibres” presented in this paper apply to the determination of possibilities for modifying standard textiles and fibers, especially fibers from neglected domestic sources (wool and flax). It is assumed that innovative manufacturing and finishing processes can improve the value of existing conventional fibers, thus allowing their application for textile materials with new targeted properties in use. At the same time methods and procedures for the objective evaluation of unconventional fabrics and special properties in use are developed.*

Ključne riječi: *visokoučinkoviti tekstilni materijali, modificirana vlakna, tekstilije unaprijeđene vrijednosti*

Keywords: *high performance textile materials, modified fibers, added-value textiles*

1. Uvod

Unatrag nekoliko decenija razvoj materijala odvija se prema novom obrascu tj. paradigmi – „materijali kao vrijednost“, a ne prema klasičnoj „materijali kao resurs“. Takav stav potaknuo je značajan iskorak u području umjetnih vlakana uz povećanu proizvodnju, što i ne čudi jer ta vlakna osim za konvencionalni tekstil sve više nalaze primjenu i u netekstilnim granama u obliku tehničkog tekstila koji se dogovorno razvrstava u 12 skupina (npr. agrotekstili, tekstili za građevinsku industriju, geotekstilni, industrijski tekstili, medicinski tekstili, tekstili za automobilsku industriju i druga transportna sredstva, ekološki tekstili, tekstili za ambalažu, zaštitu). Potrošnja vlakana za takve namjene stalno se povećava te na početku 21. st. prelazi polovinu ukupne proizvodnje vlakana (cca. 50%). Grupi umjetnih vlakana ravnopravno se pridružuju prirodna vlakna čija važnost u području nekonvencionalnog tekstila postaje sve veća, a njihova zastupljenost u proizvodima sve značajnija. Takav trend prirodnih vlakana omogućen je različitim inovativnim proizvodnim i doradnim procesima kojima se postojećim konvencionalnim vlaknima unapređuje vrijednost te se kao takva mogu koristiti za dizajn novih tekstilnih materijala ciljanih svojstava u uporabi. Zahtjevi na vlakna i materijale za pojedina alternativna područja primjene izuzetno su visoki i specifični, a postižu se kroz inženjering vlakana, tj. razvojem novih generičkih tipova vlakana. Tako se ciljanom modifikacijom strukture i svojstva vlakna, ali i raznih drugih vrsta tekstilija, može proizvesti polazišna sirovina za tekstilije zahtjevnih svojstava u upotrebi.

Novija istraživanja danas daju naglasak na modifikacijama za pojedinu vrstu standardnog vlakna koje su u skladu s trendom održivog razvoja (svrhovitost, ekološka podobnost i ekonomska opravdanost). Pri tome neminovan je i ne malo važan i razvoj metoda i postupaka objektivnog mjerenja i vrednovanja novih

nekonvencionalnih tekstilnih materijala u skladu sa specifičnim zakonitostima i zahtjevima pojedinih vrsta unaprijeđenih tekstilija, uključujući i kompozitne materijale s vlaknima modificiranih svojstava. Dobiveni rezultati i spoznaje osnova su za dizajn visokoučinkovitih tekstilnih struktura temeljenih na konvencionalnim vlaknima s unaprijeđenom vrijednošću, a u skladu s osobinama primijenjenih vlakana i ciljanim, visokim svojstvima u uporabi.

2. Modifikacija i unapređenje tekstilija iz prirodnih vlakana

U inženjeringu materijala najčešće su intervencije na razini polimerne molekule i njezine stereo strukture. Budući da uporabna svojstva biljnih vlakana proizlaze iz njihove kemijske građe i strukture te morfologije, modifikacijom celuloze moguće je promijeniti i unaprijediti ta vlakna. Postupak modifikacije polikarboksilnim kiselinama (PCA) proveden je na lanenim vlaknima i u odnosu na dosadašnje postupke (pamučne tekstilije) unaprijeđen je dodatnom intervencijom lužinom (NaOH) i ultrazvukom (UZ). Cilj je da se djelovanjem lužine aktivira celuloza te će međusobno umrežavanje polimernih molekula s PCA biti efikasnije, dok se UZ obradom povećava otpornost na djelovanje sila. Naime, PCA umrežavaju se s celulozom mehanizmom esterifikacije, pri čemu istovremeno dolazi i do umrežavanja molekula celuloze. Zbog modifikacije strukture vlakna materijalu se povećava otpornost na savijanje, dimenzijska stabilnost, mekoća i glatkoća. Smanjuje se sposobnost upijanja vode i bubrenje, a povećava se otpornost prema mikroorganizmima.

Nasuprot pozitivnim promjenama svojstava, dolazi i do zamjetnog umanjivanja mehaničkih svojstava vlakana. Sinergističkim djelovanjem modifikatora (PCA, lužina, UZ) dobivena su lanena vlakna unaprijeđenih svojstava i proširene mogućnosti uporabe [1, 2]. Takvi materijali mogu se smatrati materijalima s dodanom vrijednošću koji se kao takvi, osim za odjevni tekstil, mogu koristiti i za konstrukciju novih materijala, biokompozita, od kojih se očekuje otpornost, ali i predvidljiva trajnost u realnim uvjetima uporabe. U tablici 1 prikazane su promjene svojstava lanenih vlakana djelovanjem modifikatora.

Tablica 1: Promjene svojstava lanenih vlakana različitim modifikacijama

Ispitivana svojstva	Neobrađeni uzorci	NaOH	UZ	PCA	NaOH + PCA	UZ + PCA
Čvrstoća [cN/tex]	69,5	49,8	68,3	25,7	30,1	38,2
Prekidno istezanje [%]	5,3	5,1	5,4	3,9	3,3	3,4
Upijanje vlage [%]	10,3	11,6	9,5	6,4	6,8	7,0
Zadržavanje vode [%]	61,7	59,8	60,3	28,5	26,9	26,3
Gubitak mase* [%]	18,0	18,4	9,0	7,6	7,2	6,4
Čvrstoća* [cN/tex]	21,6	18,9	24,4	25,7	22,7	31,3

*Otpornost na mikroorganizme nakon 4 dana izlaganja

Otkriće i uvođenje enzima u tekstilnu industriju omogućilo je ne samo promjene na molekularnoj već i na morfološkoj razini pojedinih vlakana, što je za direktnu posljedicu imalo promjenu uporabno-estetskih svojstava (sjaj, pad, gužvanje, mekoća, podatnost) gotovih tekstilija. Tako npr. denim tkanina, iako godinama prisutna i cijenjena na tržištu, u novije se vrijeme pod utjecajem modnih zahtjeva sve češće modificira različitim enzimatskim obradama čime se mijenja njezin izvorni oblik [3], a time i poimanje kvalitete od strane potrošača. U tablici 2 prikazane su osnovne karakteristike enzimatski odškrobljene i oprane denim tkanine te promjene koje su nastupile kao posljedica obrade ishodišne denim tkanine s Beisol T2090 i Beizym N100 (enzimima iz porodice amilaza i celulaza, *lat. bacillus subtilis* i *humicola insolens*, koji se najčešće koriste za postizanje modnih efekata ispranosti i iznošenosti džins odjeće).

Tablica 2: Karakteristike enzimatski obrađene denim tkanine

Uzorak	N		0		1		2		3	
	osnova lice	potka naličje	osnova lice	potka naličje	osnova lice	potka naličje	osnova lice	potka naličje	osnova lice	potka naličje
T [mm] - aritmetička sredina svih paralelnih mjerenja debljine uz opterećenje 4,91 kNm ⁻²										
x _s	1,030		1,500		1,370		1,590		1,510	
R [mlcm ⁻² s ⁻¹] – propusnost zraka kod tlaka 100 Pa										
x _s	48,1	47,4	11,9	11,9	11,3	11,6	12,7	14,8	15,1	18,3
F [N] - prekidna sila										
x _s	742,33	562,33	788,33	546,00	663,67	402,33	520,00	206,00	307,33	118,00
ξ [%] - prekidno produljenje										
x _s [%]	27,92	32,82	29,15	41,55	34,55	34,85	32,63	39,05	29,67	39,35
MIU – koeficijent trenja (KES FB 4)										
x _s	0,129	0,128	0,188	0,197	0,180	0,193	0,201	0,208	0,197	0,204

Nastavak tablice 2: Karakteristike enzimatski obrađene denim tkanine

Uzorak	N		0		1		2		3	
	osnova	potka	osnova	potka	osnova	potka	osnova	potka	osnova	potka
	lice	naličje	lice	naličje	lice	naličje	lice	naličje	lice	naličje
SMD[μm] – hrapavost površine (KES FB 4)										
x_s [%]	7,794	8,640	7,208	5,734	6,726	6,057	6,455	4,745	5,590	4,270
EM [%] istežanje pri 490,5 N/m ⁻¹ (KES FB 1)										
x_s	9,76		16,90		16,55		16,45		20,90	
WT [Nm] - rad istežanja (KES FB 1)										
x_s	22,40		26,55		27,25		27,40		30,10	
RT [%] - oporavak pri rasterećenju (KES FB 1)										
x_s	39,21		42,24		39,10		39,53		37,86	
G [N/m ¹⁰] - smična krutost (KES FB 1)										
x_s	8,31		2,36		2,35		1,88		1,88	
2HG [Nm ⁻¹] - visina smične histereze pri $\pm 0,5^\circ$ (KES FB 1)										
x_s	19,08		4,76		6,21		4,29		4,24	
2HG5 [Nm ⁻¹] - visina smične histereze pri $\pm 5,0^\circ$ (KES FB 1)										
x_s	43,38		6,82		7,15		6,35		6,16	
B [cNcm ⁻¹] – krutost savijanja (KES FB 2)										
x_s	1,38		0,21		0,20		0,14		0,15	
2HB [10 ⁻² N] – visina savojne histereze (KES FB 2)										
x_s	1,38		0,21		0,20		0,14		0,15	
THV - ukupna ocjena opipa										
KOSHI (krutost)	13,64		6,66		6,40		5,13		5,32	
NUMERI (glatkoća)	0,70		5,42		5,66		7,77		8,20	
FUKURAMI (punoća i mekoća)	3,24		7,72		7,62		8,99		9,21	
THV (ukupna ocjena opipa)	0,62		3,32		3,27		3,35		3,35	
KD – koeficijent drapiranja										
x_s	0,792		0,613		0,555		0,538		0,469	

gdje je: N - neobrađeni uzorak (sirova tkanina), 0 - odškrobljeni uzorak tj. sirova tkanina (N) podvrgnuta postupku enzimatskog odškrobljavanja, 1 - enzimatski oprani uzorak tj. odškrobljeni uzorak (0) podvrgnut postupku enzimatskog pranja (1x), 2 - enzimatski oprani uzorak tj. prani uzorak (1) podvrgnut postupku enzimatskog pranja (2x), 3 - enzimatski oprani uzorak tj. prani uzorak (2) podvrgnut postupku enzimatskog pranja (2x)

Spoznaje o morfologiji grubih vunениh vlakana [4] bile su osnova za osmišljavanje novih tekstilnih struktura koje bi maksimalno iskoristavale specifičnost građe (tablica 3) u izradi visokoapsorptivnih (tablica 4) vunениh kuglica za dekontaminaciju uljem/naftom onečišćenih vodenih eko sustava.

Tablica 3: Rezultati određivanja udjela i karakteristika meduliranih vlakana u vuni

Uzorak	M [%]	dM [%]	[d_m] [μm]	d_{sm} [μm]	kM [%]	[d_m] m]	d_{smk} [μm]	OV [%]
Gruba vuna	18,5	42,2	28-54	40,1	57,8	34-170	78,8	5,1
Fina vuna	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0

gdje je: M- udio meduliranih vlakana u uzorku; dM- udio vlakana s diskontinuiranom medulom u ukupnom broju meduliranih vlakana; kM- udio vlakana s kontinuiranom medulom u ukupnom broju meduliranih vlakana; [d_m]- raspon promjera meduliranih vlakana; d_{sm} - prosječni promjer meduliranih vlakana; OV- udio osjastih (kemp) vlakana (vlakna kod kojih je širina medule > od 60% širine vlakna)

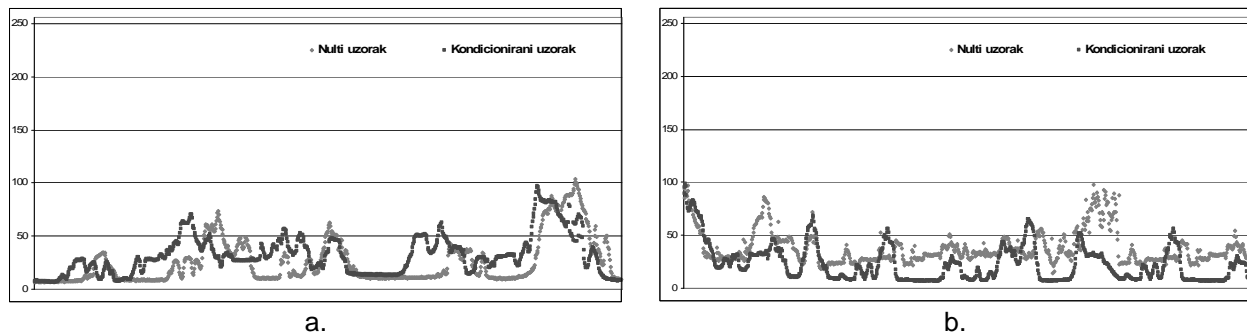
Tablica 4: Sposobnost pustenja, specifična površina i količina ulja/nafte i vode koju vunena kuglica upije s površine kontaminiranog vodenog sustava

Oznaka uzorka	Gruba vuna (klasično oprana)	Gruba vuna (enzimatski oprana)	Fina vuna (klasično oprana)	Gruba vuna (enzimatski oprana)
ρ [gcm ⁻³] – gustoća kuglice (sposobnost pustenja)	0,0607	0,0740	0,0809	0,1220

Nastavak tablice 4: Sposobnost pustenja, specifična površina i količina ulja/nafte i vode koju vunena kuglica upije s površine kontaminiranog vodenog sustava

Oznaka uzorka	Gruba vuna (klasično oprana)	Gruba vuna (enzimatski oprana)	Fina vuna (klasično oprana)	Gruba vuna (enzimatski oprana)
S_A [cm ² g ⁻¹] - specifična površina vlakana	4566,2	3483,9	3033,6	2085,6
Količina ulja i vode koju vunena kuglica upije s površine kontaminiranog vodenog sustava				
m_{ulja} [g]	12,4437	11,6337	10,9215	10,4883
m_{vode} [g]	0,1133	0,1363	0,1294	0,1985
Količina nafte i vode koju vunena kuglica upije s površine kontaminiranog vodenog sustava				
m_{nafte} [g]	8,9187	-	8,1986	-
m_{vode} [g]	3,5045	-	3,0809	-

Paralelno s provedenim intervencijama na vlaknima ili tekstilnim materijalima sustavno se razvijaju i metode odnosno postupci karakterizacije novih i/ili poboljšanih uporabnih svojstava, s naglaskom na ne-destruktivnost metode [5] kako bi se ona mogla primjenjivati i u postupku restauriranja i konzerviranja suvremenog i arheološkog tekstila ili za potrebe forenzičnih ispitivanja. Na slici 1 prikazan je način određivanja geometrijske hrapavosti površine pomoću intenziteta propuštene svjetlosti kroz uzorak.



Slika 1: Intenzitet propuštene svjetlosti kroz uzorak arheološkog tekstila (■ nulti uzorak; ■ kondicionirani uzorak) kao mjera površinske hrapavosti - a) u smjeru osnove; b) u smjeru potke

3. Zaključak

Prikazani rezultati dokazuju svrhovitost i učinkovitost provedenih modifikacija i nastajanje novih tekstilija unaprijeđene vrijednosti, a time i proširenje područja primjene. Danas, u eri novih materijala, obnovljive proizvodnje i racionalizacije potrošnje energenata, ciljanom modifikacijom prirodnih vlakana nastaju nove sirovine izmijenjenih svojstava te tradicionalni tekstilni materijal postaje i „vrijednost“, a ne samo „resurs“.

Literatura

- [1] Šurina, R.; Andrassy, M. & Katović, D.: Istraživanje modifikacije lanenih vlakana limunskom kiselinom, *Tekstil*, Vol. 56 (2007) 11-12, 659-669, ISSN 0492-5882
- [2] Šurina, R. & Andrassy, M.: Investigation of properties of chemically modified flax fibers, *Book of Proceedings of the 4th ITC&DC*, (Ed. Dragčević Z.), pp. 162-167, ISBN: 978-953-7105-26-6, Dubrovnik, October 05th to 08th 2008, Faculty of Textile Technology, Zagreb, (2008)
- [3] Vujasinović, E.; Dragčević, Z. & Geršak, J.: The impact of enzyme finish on the quality and hand of denime fabric, *37th ISNT, Faculty of Natural Science and Engineering*, ISBN 961-6045-35-0, Ljubljana 15-17 June 2006, Ljubljana, Slovenia (2006)
- [4] Vujasinović, E. & Andrassy, M.: Investigations of keratin fiber specific surface area, *Book of Proceedings of the 2nd ITC&DC*, (Ed. Dragčević Z.), pp. 144-150, ISBN 953-7105-05-9, Dubrovnik, 03-06 October 2004, Faculty of Textile Technology, Zagreb, (2004)
- [5] Vujasinović, 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, Zagreb, (2008)

KVALITETA AUTOHTONIH SLOVENSКИH LANENIH VLAKANA QUALITY OF AUTOCHTHONOUS SLOVENIAN FLAX FIBRES

Tatjana RIJAVEC & Darja KOCJAN AČKO

Sažetak: *Kvaliteta slovenskog autohtonog lana iz Bele Krajine uspoređena je s lanom genotipa Laura odabranog iz kataloga nabave Europske unije. Laneno sjeme zasađeno je u redovima s razmacima među redovima od 8,5 cm, 17 cm i 34 cm. Biljke su ubrane na kraju žutog zrenja (zadnja dekada u srpnju), proces močenja proveden je 4 do 5 dana u stajaćoj vodi od 20 do 30 °C i 20 do 40 °C nakon čega su biljke osušene na zraku. Vlakna su ekstrahirana tradicionalnim postupkom. Urod sjemenki domaćeg genotipa lana bio je veći nego genotipa Laura. Kada je razmak između redova bio veći, slovenski autohotni lan imao je kraće i tanje stabljike. Ako se u obzir uzmu osnovna tekstilna i tehnološka svojstva, domaći autohtoni lan se može usporediti s lanom Laura.*

Abstract: *The quality of the Slovenian autochthonous flax from Bela Krajina was compared with the flax of Laura genotype selected from the EU purchase catalogue. Flax seeds were sowed in rows with row spacing of 8.5 cm, 17 cm and 34 cm. The plants were plucked at the end of the yellow maturity (the last decade in July), the retting process was carried out 4-5 days in still water of 20-30°C and 20-40°C, after which the plants were air dried. The fibres were extracted by traditional method. The seed yield of domestic flax genotype was higher than that of the Laura genotype flax. When the row spacing was wider, the Slovenian autochthonous flax developed shorter and thinner stems. If considering basic textile and technological properties, domestic autochthonous flax is comparable with the Laura fibrous flax.*

Ključne riječi: *lan, Linum usitatissimum L., domaći genotip lana, gustoća sjetve, močenje lana*

Keywords: *flax, Linum usitatissimum L., domestic flax genotype, sowing density, retting*

1. Introduction

The quality of flax fibres depends on genotype, sowing density, growth conditions and the degree of maturity of stems in the time of plucking, as well as on the method of retting and extracting the fibres from stems. If the density of sowing is higher, the stems will be less ramified, which will consequently affect the quantity of fibres. The quality of fibres is highly dependent on the time of plucking and on the maturity of stems. High quality fibres can be obtained only from the stems in early yellow maturity when the seed is not completely mature yet. Retting is the most complex stage in the production of flax fibres. Biological retting is a method, which uses the enzymes produced by microorganisms. As concerns the quality of fibres, it is definitely the most convenient process. Retting in still water is a biological retting method, which, as a rule, gives fibres of high quality. The retting process takes 8-14 days in cold water or 3-4 days at a temperature from 30 to 40°C; the water must be changed on a regular basis [1].

On average, a flax stem is 50-125 cm high and 1.6 to 3.2 mm thick [2]. Immediately under the epidermis in the stem bast there are 15-40 bundles of multicellular flax fibres running from the root to the top of the stem, which are bound to the bast by an outer middle lamella. A bundle of fibres is composed of 10-40 elementary fibres, the so-called ultimates, which are 14 µm to 70 mm long [2] and separated by an inner middle lamella. The degree of stem retting is indicated by the stem colour. The greyer the colour, the more progressed is the retting process. The percentage of the fibres obtained from stems decreases with the increasing degree of retting due to the loss of fibres during scutching. Mechanical properties of flax fibres depend on the binding strength between ultimates and substances in the inner middle lamella. The portion of cellulose and hemicelluloses is dependent on the degree of retting. The portion of hemicelluloses and water-soluble substances in the fibres is the lowest when retting is intensive. The strength of ultimates is dependent on the percentage of cellulose in the fibres [3].

The purpose of our research was to investigate basic textile and technological properties of the domestic autochthonous flax originating from Bela Krajina.

2. Experimental Part

The Slovenian autochthonous fibrous flax (RBK) belonging to the domestic flax population grown in the farm Raztresen in Bela Krajina was, concurrently with the fibrous flax of Laura genotype selected from the EU field crop cultivars purchase catalogue, cultivated in the experimental field of the Faculty of Biotechnology of the University of Ljubljana with the purpose to investigate how the row spacing influences the quantity of seeds [4]. The seeds of both flax genotypes were sowed on April 2nd 2003, by two repetitions with a manually operated sowing machine Wintersteiger in three seeding rates: 8.5 cm, 17 cm and 34 cm. The size of the parcel was 4 m². The flax was harvested on June 31st 2003. All other important data about design of field trials are given in reference No. 4. For the purposes of investigating the quality of fibres, dried stems were laboratory retted in a stainless steel vessel filled with water at a liquor ratio of 1:200 (Figure 1a). The bundles of stems were soaked in water at a temperature of 20-30°C for five days (samples of RBK I-II and Laura I-II) and 20-40°C, respectively (samples RBK III-IV and Laura III-IV); the water was changed daily. Heated tap water was added into the vessel, and in one hour the water cooled down to the room temperature. By heating the water, we stimulated the development of microorganisms. During the retting process we controlled the acidity of water. The water had to be changed daily in order to reduce its acidity and eliminate unpleasant smell produced by rotting. After retting, the stems were air-dried. Prior to being crushed (Figure 1b), the stems were additionally dried in a laboratory drier at 30°C. The fibres then underwent the process of beating and combing (Figure 1c) using the traditional method. The length of flax stems was measured from the beginning of the root to the top of the stem. The thickness of flax stems was measured at the middle of the stem using a vernier caliper. The number of measurements of the length and thickness was 50 per each sample. Fifty length measurements of technical fibres were carried out on each sample. Mass per unit length was determined by means of the gravimetric method by making 50 measurements for each sample [5]. Mechanical properties were measured on Instron 6022 dynamometer [6]. The initial fibre length was 100 mm and 10 mm, respectively. The testing rate was 100 mm/min and 10 mm/min, respectively. 20 measurements of each sample were made.



Figure 1: a) Laboratory retting of flax, b) mechanical extraction of fibres by crushing the stems on a stamping mill, c) combing the fibres

3. Results and discussion

The flax fibres (Figure 2) obtained after combing still contained a lower quantity of solid nonfibrous particles, which means that the external pectin was not degraded completely during the retting process. For the purposes of quantitative analyses, such nonfibrous solid substances were removed by hand.



Figure 2: Flax fibres with nonfibrous cellulose material for samples: a) RBK I, b) Laura I

The measured stems length of domestic flax (RBK) ranged between 32 and 74 cm. The longest length of stems was achieved when the row spacing of sowing was 8.5 cm. The mean length was 59.5 cm. An increase in the row spacing had a negative effect on the stem length (Figure 1a) of the domestic flax. The stem length of the reference flax (Laura) ranged from 45 to 114 cm and an increase of the row spacing had a

positive effect on the stems length (Figure 1a), the maximum mean stem length was 84.3 cm at a row spacing of 34 cm.

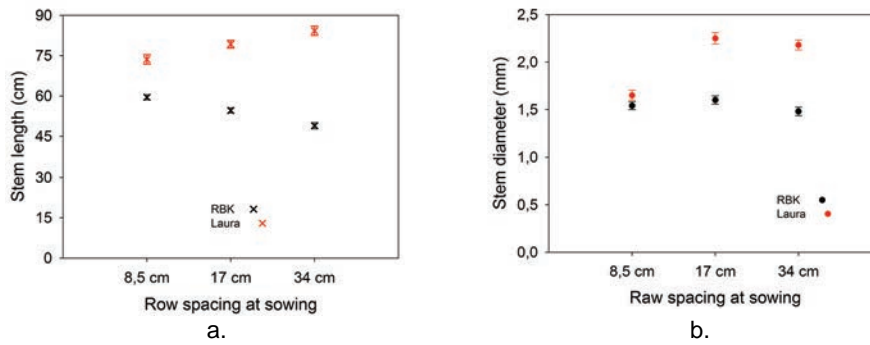


Figure 3: Stem length (a) and diameter (b) of the domestic (RBK) and reference (Laura) flax depending of row spacing at sowing (mean values with standard errors of the mean)

The maximum mean stem thickness measured in the middle of the stem was 2.01 mm for domestic flax (RBK) at the row spacing of sowing 8.5 cm (Figure 2b). In the case of the reference flax Laura, the maximum mean stem thickness was 2.76 mm at the row spacing of sowing 17 cm. The length of flax stems is in positive correlation with the mean stem thickness [$r(x,y) = 0.87$, where $x = \text{length}$ and $y = \text{stem diameter}$]. The mean measured length (Figure 4a) of technical flax fibres was 19.0 cm for RBK flax and 14.2 cm for Laura flax. At a temperature of 40°C the fibre length of Laura flax was as low as 8.8 cm, and at 30°C it was already 19.7 cm. The mean linear density (Figure 4b) was 134.4 dtex for RBK flax and 133.3 dtex for Laura flax. Retting at higher temperature did not substantially influence the length and fineness of RBK fibres, while substantially shorter fibres were measured for Laura flax at the temperature of retting of 40°C.

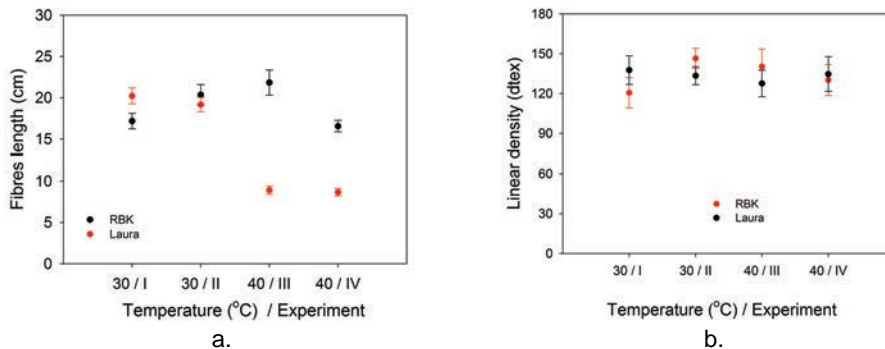


Figure 4: Length (a) and linear density (b) of flax fibres (mean values with standard errors of the mean)

Tensile testing of technical flax fibres at an initial length of 100 mm (Figures 5a and Figure 6a), which was longer than the length of ultimates, reflected tensile properties of the inner middle lamella, while testing at an initial length of 10 mm (Figures 5b and 6b) revealed tensile properties of ultimates. Specific stress 1.6-2.7 cN/dtex was measured at the initial length 100 mm and was lower than the specific stress 1.6-3.5 cN/dtex measured at the initial length 10 mm (Figure 5).

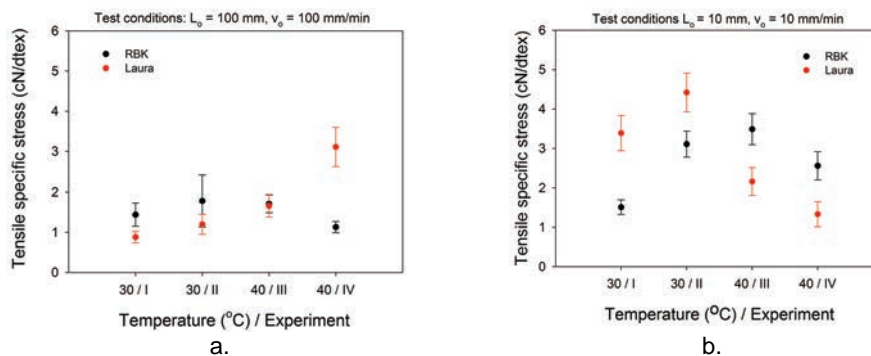


Figure 5: Tensile specific stress of flax fibres measured on initial samples with a length of 100 mm (a) and 10 mm (b) (mean values with standard errors of the mean)

The temperature of retting had no substantial effect on strength of multicellular fibres but in the case of ultimates, the strength of the fibres retted at 30°C was slightly higher than that of the fibres retted at 40°C. Breaking elongation of flax fibres under 1% was measured at the initial length 100 mm (Figure 6a), and between 4 and 9% at the initial length 10 mm (Figure 6b). Elasticity of the inner middle lamella of flax fibres was considerably lower than that of ultimates. The flax retted at 30°C had only slightly lower breaking elongations of fibres than the flax retted at 40°C.

High standard errors of the means of tensile specific stress (Fig. 5b) and of breaking elongation (Fig. 6a) is the consequence of a high range of measured values and performed number of tensile tests that should be higher. But irrespective of this the results gave us an estimation of tensile properties of samples.

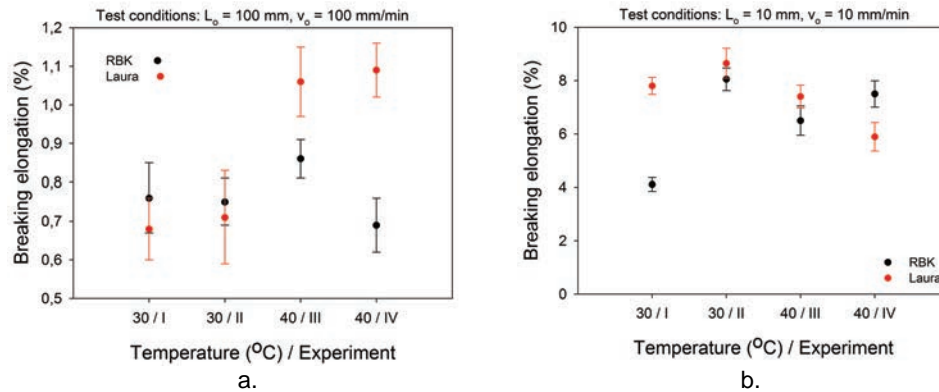


Figure 6: Breaking elongation of flax fibres measured at samples with an initial length of 100 mm (a) and 10 mm (b) (mean values with standard errors of the mean)

4. Conclusions

The stems of the domestic autochthonous flax reached a mean length to 60 cm and thickness about 1.5 mm. The measured length of technical flax fibres of the domestic flax was 19 cm and the fineness of 134 dtex. Specific breaking stress of technical fibres was under 2 cN/dtex and breaking elongation to 1.2%. Specific tensile stress of ultimates estimated on the basis of the values obtained with tensile testing at the initial length of technical fibres 10 mm was about 3 cN/dtex and breaking elongation 4-8%. If considering basic textile and technological properties, the domestic autochthonous flax is comparable with the fibrous flax of Laura genotype cultivated from the seeds selected from the EU field crop cultivars purchase catalogue.

References

- [1] Hann, M.A. Innovation in linen manufacturing. *Textile Progress*, **Vol. 37** (2005) 3, pp. 7-8, ISSN 0040-5167
- [2] Batra, S.K. Other long vegetable fibers: abaca, banana, sisal, henequen, flax, ramie, hemp, sunn, and coir. In: *Handbook of Fibre Chemistry. Third edition*. CRC, Taylor & Francis, 0-8247-2565-4, Boca Raton, London, New York, (2007), p. 453-520
- [3] Pallesen, B.E. The quality of combine-harvested flax for industrial purposes depends on the degree of retting. *Industrial Crops and Products*, **Vol. 5** (1996) 1, pp. 65-78, ISSN 0926-6690
- [4] Kocjan Ačko, D., Trdan, S.: Influence of row spacing on the yield of two flax cultivars (*Linum usitatissimum* L.). *Acta agric. Slov.*, **Vol. 91** (2008) 1, pp. 23-35. ISSN 1581-9175
- [5] *SIST EN ISO 1973:1999 Textile fibres - Determination of linear density - Gravimetric method and vibroscope method (ISO 1973:1995)*
- [6] *SIST EN ISO 5079:1999 Textiles - Fibres - Determination of breaking force and elongation at break of individual fibres (ISO 5079:1995)*

Acknowledgement

We would like to thank the Domačija Raztresen from Jankoviči for professional assistance, Mrs. Karmen Rožanc Nanut, univ. dipl. ing. and Mr. Robert Štimac, dipl. ing. for strenuousness at their diploma works and Tehniški Muzej Bistra for their kind cooperation.



SEKCIJA B

MEHANIČKE TEHNOLOGIJE

SECTION B

MECHANICAL TECHNOLOGIES

ISPITIVANJE MEHANIČKIH PROMJENA PREĐE KOD TKANJA VATROGASNIH CIJEVI

INVESTIGATION OF MECHANICAL CHANGES OF THE YARN USED FOR WEAVING FIRE HOSES

Stana KOVAČEVIĆ; Anita MAGLIČIĆ; Jovan VUČINIĆ & Snježana KIRIN

Sažetak: U procesu tkanja dolazi do trajnih deformacija pređe. Način kojim se može doći do što točnijih vrijednosti koliko je neka pređa deformirana u pojedinim fazama prerade je različit. U ovom radu deformacija pređe iskazana je promjenom mehaničkih svojstava pređe. Ispitivanja su provedena na pređi prije i nakon tkanja vatrogasnih cijevi kod različitih fizikalnih konstrukcijskih svojstava tkanine. Deformacije pređe nastale su u svim uzorcima. Naprezanje osnove, koje je neophodno u procesu tkanja da bi se ostvario čisti zijev i ostvarilo pritkivanje potke, ima svoje negativne posljedice koje izazivaju deformacije niti. Prema dobivenim rezultatima može se tvrditi da su grublje pređe doživjele veće deformacije od finijih. Uzrok tomu su veća trenja i veće napetosti pređe u pripremi i u procesu tkanja.

Abstract: During weaving yarn is exposed to permanent deformations. The way, in which to obtain the most correct values how much a certain yarn has been deformed in individual processing stages, is different. This paper describes that yarn deformation occurs because of changes in mechanical yarn properties. The yarn was examined before and after weaving fire hoses involving different physical construction characteristics of the woven fabric. Yarn deformations occurred in all samples. Warp stress, which is unavoidable in the weaving process to form a clean shed and to beat up the weft, has its negative consequences causing thread deformations. According to the results obtained it may be claimed that coarser yarns experienced greater deformations than the finer ones. The cause lies in higher friction and higher yarn tensions in the weaving preparation and in the weaving process.

Ključne riječi: vatrogasne cijevi, mehanička svojstva pređe, deformacije pređe, tkanje, fizikalna svojstva tkanine

Keywords: fire hoses, mechanical yarn properties, yarn deformations, weaving, physical fabric properties

1. Uvod

Vatra je jedno od najvećih čovjekovih otkrića, ali i jedan od najvećih čovjekovih neprijatelja. Od male iskre lako nastaje plamen nad kojim čovjek brzo gubi nadzor. Vjedra napunjena vodom vjerojatno su prva sredstva korištena za gašenje požara, a kasnije su tu ulogu preuzela vatrogasna vozila opremljena vatrogasnim cijevima.

Prvu vatrogasnu cijev izumili su Nizozemci 1672. godine, a cijev je bila od kože s čvrstim šavovima. Godine 1698. napravili su cijev od tkanine za jedra, prekrivenu vanjskim slojem boje ili cementa da bi se spriječilo propuštanje vode.

Danas se izraz: „vatrogasna cijev“ koristi za više različitih vrsta cijevi koje se koriste u otklanjanju požara. Najčešće se sastoje od jednog ili više vanjskih slojeva tkanine s unutarnjim slojem gume ili poliesterskog elastomera. Tkanina se tka na kružnim tkalačkim strojevima. Proizvodi se od poliestera multifilamenta ili monofilamenta - pređa visoke čvrstoće [1, 2].

Unutarnji sloj – tzv. manšona - proizvodi se od elastomera, na ekstruderu. Gotova vatrogasna cijev dobiva se procesom vulkanizacije – spajanjem tkanine i manšona pomoću pare. Vanjski dio cijevi može biti plastificiran, čime se osigurava dodatna zaštita cijevi [2].

U ovom radu prikazat će se način izrade vatrogasnih cijevi te fizičke i mehaničke promjene pređe procesom tkanja.

1.1 Povijesni razvoj vatrogasnih cijevi

Vatrogasna cijev koristi se u različitim dimenzijama i oblicima za transport vode ili nekog drugog medija za gašenje požara. Najčešće se sastoje od jednog ili više vanjskih slojeva tkanine s unutarnjim slojem gume. Obično se izrađuju u dužini većoj od 15 metara, s metalnim spojnicama na svakoj strani. Osobito je važno da imaju mali specifični volumen, odnosno da zauzimaju što manji prostor.

Najraniji zapisi o korištenju vatrogasnih cijevi datiraju iz Grčke. Prema zapisima Grka Apollodorusa, kod zapisa crijeva za gašenje požara stoji: „Jedan kraj volovskog crijeva bio je pričvršćen na mjehur napunjen vodom. Kada je mjehur bio pritisnut, voda je potekla kroz crijevo usmjereno prema visokim mjestima koja su bila izložena požaru“.

Crijeva koja su prethodila modernim vatrogasnim cijevima izumili su Nizozemci Nicholas i Jan van der Heiden (Heides) u Amsterdamu 1672 godine. Njihova crijeva bila su od kože, s čvrstim šavovima. Mjedeni nastavci bili su pričvršćeni na svaki kraj crijeva kako bi se omogućilo spajanje više dijelova. Godine 1698. izradili su usisnu cijev od tkanine za jedra, prekrivenu vanjskim slojem boje ili cementa da bi se spriječilo propuštanje vode. Cijev je pojačana unutarnjim metalnim prstenima da bi se spriječilo prelamanje crijeva pod vakuumom.

Prve kožne cijevi propuštale su vodu pa su njihovi šavovi često pucali pod pritiskom. Prve kožne cijevi sa zakovicama pojavile su se 1808. godine kod vatrogasaca u Philadelphiji. Njihova je cijev imala šavove koji su bili pojačani sa 65-100 zakovica po metru da bi se spriječilo propuštanje vode. Dva člana iz skupine vatrogasaca patentirali su taj dizajn 1817. godine i počeli ih proizvoditi. Iako su cijevi od platna i pamuka predstavljene oko 1800. godine, a cijevi prekrivene gumom u 1827. godini, ni jedan od tih proizvoda nije bio dovoljno razvijen da bi zamijenio cijevi sa zakovicama, do 1870. godine.

Moderne vatrogasne cijevi koriste razne prirodne i sintetičke tkanine i rastezljive materijale u svojoj konstrukciji. Ti materijali omogućuju spremanje mokre cijevi a da pritom ne dođe do oštećenja materijala. Moderne cijevi su lakše od starijih, što je pomoglo da se smanji fizičko naprezanje vatrogasaca. Danas ti tekstilni proizvodi spadaju u skupinu tehničkih tkanina [3].

1.2 Proizvodnja vatrogasnih cijevi u Hrvatskoj

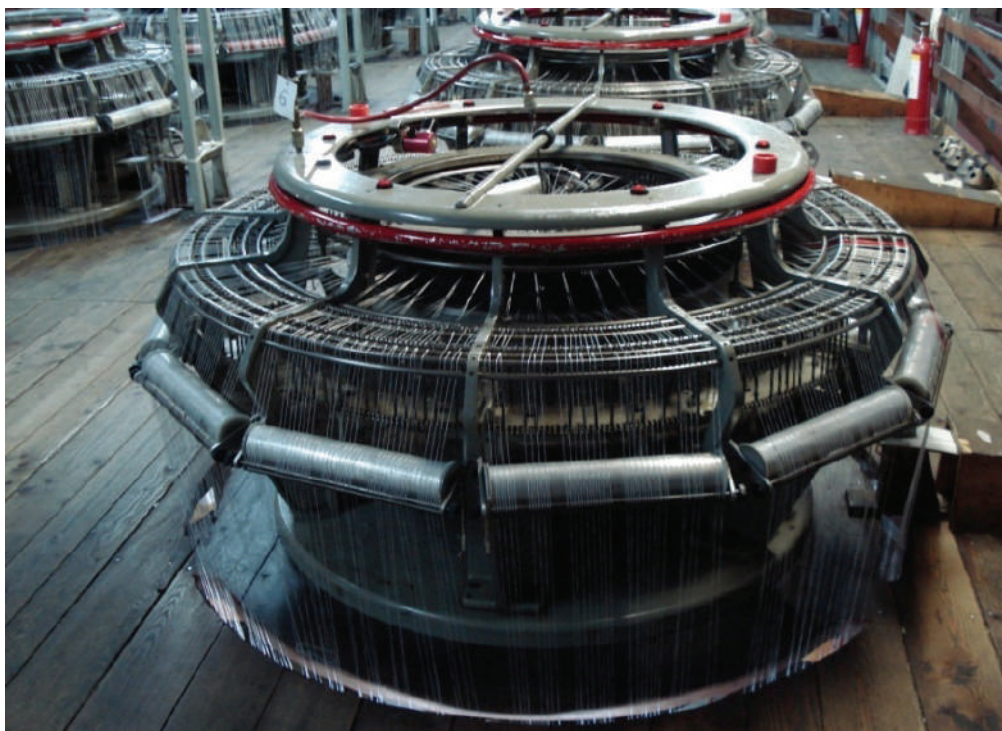
Proizvodnja vatrogasnih cijevi započela je u tvrtci Konteks u Karlovcu 1947. godine. Ta tvrtka je privatizirana 1997. godine, a danas ima naziv IV-ER-KONTEKS VATROGASNE CIJEVI d.o.o. te nastavlja s dugogodišnjom tradicijom proizvodnje vatrogasnih cijevi. Dugogodišnje iskustvo, praćenje novih tehnoloških spoznaja i njihova primjena, kao i kontrola svih faza tehnološkog procesa i gotovih proizvoda, osigurava visoku razinu kvalitete proizvodnje vatrogasnih cijevi.

Vanjski dio cijevi proizvodi se od poliesterskog multifilamenta ili monofilamenta, prediva visoke čvrstoće i tkanjem na kružnim tkalačkim strojevima. Unutarnji dio cijevi je od gume ili poliesterskog elastomera. Vanjski dio cijevi može biti obojan i plastificiran, čime se osigurava dodatna zaštita cijevi.

Cijevi se proizvode u promjerima od 16 – 150 mm. Standardne dužine cijevi su od 15 – 60 m, tkane u platnenom vezu, uzdužnom ripsu ili u keperu (K2/1). Cijevi su kontrolirane na pritisak od 25 bara, a pritisak na kojem dolazi do pucanja cijevi je veći od 50 bara [2].

Vatrogasne cijevi izrađene su na kružnim tkalačkim strojevima, namijenjenim upravo za tu svrhu, slika 1. Budući da se vatrogasne cijevi izrađuju iz relativno čvrstih sintetičkih niti, ti tkalački strojevi su robusne izrade. Osnovine niti odmataju se s križnih namotaka postavljenih na stalku.

Unutar cilindra nalaze se dva čunka s potkom i tzv. propeleri koji imaju ulogu stvaranja zijeva. U samom središtu stroja nalazi se uređaj (tzv. glava) koji određuje promjer cijevi i mijenja se promjenom promjera. Na središnjem uređaju učvršćeni su vodiči potke ili tzv. noževi. Oni se također mijenjaju promjenom promjera vatrogasne cijevi [4].



Slika 1: Kružni tkalački stroj, tt. Mandals Reberbane, Norveška

2. Eksperimentalni dio

U eksperimentalnom dijelu ispitana je prekidna sila i prekidno istežanje pređe prije tkanja i izvlačenjem iz tkanine u smjeru osnove. Ispitivanja su provedena u standardnim uvjetima u laboratoriju za fizikalno-mehanička ispitivanja na Tekstilno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Prekidna sila i prekidno istežanje pređe ispitano je na dinamometru tt. Textechno Statimat M [5].

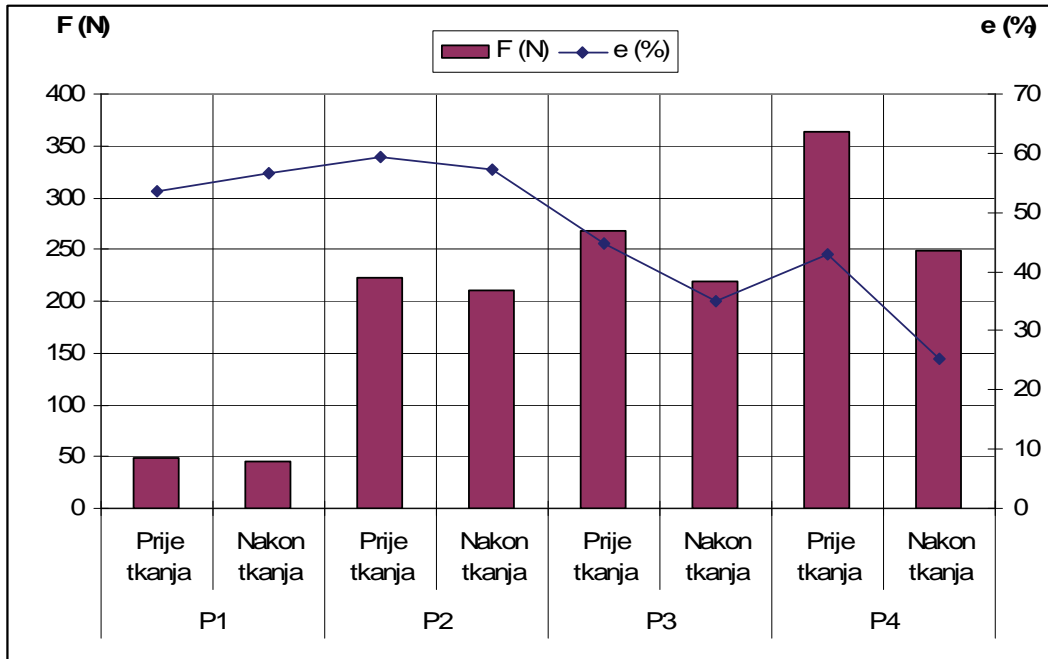
Zbog izuzetno velikog istežanja pređe, ispitivanje nije bilo moguće provesti na standardnoj duljini 500 mm već na duljini epruvete od 200 mm i 50 mjerenja po uzorku. Pređa korištena za uzorke je poliesterski multifilament različitih finoća (tab. 1)

Ispitivanje prekidne sile i prekidnog istežanja tkanine prije vulkanizacije unutrašnjeg gumenog sloja provedeno je na dinamometru tt. Apparocchi Branca & S.A, i to 10 mjerenja po uzorku. Ispitivanje tkanine bilo je samo u smjeru osnove; u smjeru potke nije bilo moguće zbog prekratke tkanine kada se cijev razreže za pripremu uzorka.

Tablica 1: Prekidne sile pređa prije tkanja i nakon tkanja izvučene iz tkanina

Vrsta pređe	P1		P2		P3		P4	
Dtex osn./pot	1100/1100		4400/2200		4400/2200		6600/2200	
Uzorak	Prije tkanja	Nakon tkanja	Prije tkanja	Nakon tkanja	Prije tkanja	Nakon tkanja	Prije tkanja	Nakon tkanja
F (N)	49,4	46	223,2	211	267,4	218,6	363,6	249
CV _F (%)	2,51	3,11	1,51	1,40	1,42	1,39	2,71	2,09
ε (%)	53,48	56,52	59,34	57,08	44,75	35,06	42,85	25,37
CV _ε (%)	2,48	1,97	3,20	3,81	2,00	2,73	2,42	2,60

Gdje je: F - prekidna sila pređe (N), CV_F - koeficijent varijacije prekidnih sila (%), ε - prekidno istežanje (%), CV_ε - koeficijent varijacije prekidnog istežanja (%)

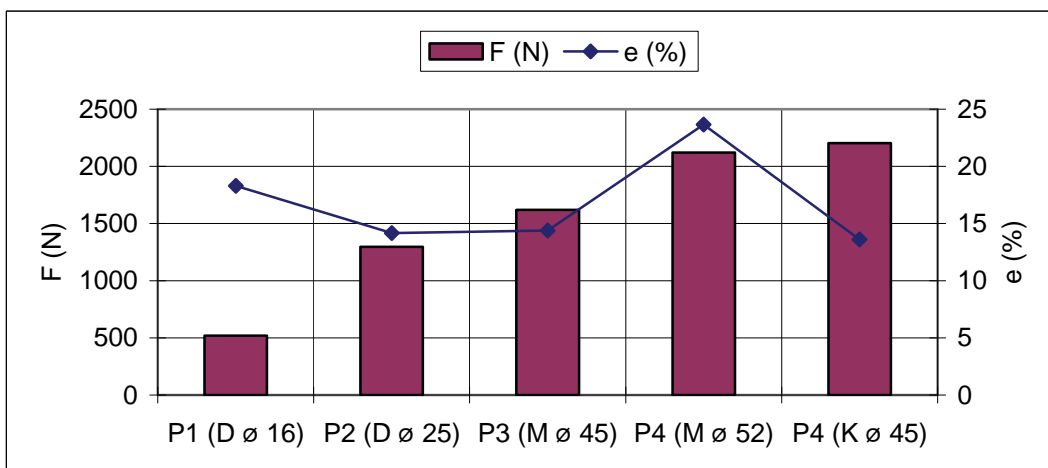


Slika 2: Prekidne sile i prekidno istezanje pređa prije i nakon tkanja

Tablica 2: Prekidne sile i prekidno istezanje tkanina u smjeru osnove

Uzorak	P1 (D ø 16)	P2 (D ø 25)	P3 (M ø 45)	P4 (M ø 52)	P4 (K ø 52)
Vez	platno	Keper (K2/1)	Keper (K2/1)	Keper (K2/1)	Keper (K2/1)
$g_{o/p}$ (niti/1 cm)	7/6	7/5	9/5	6/6	6/6
F (N)	519,8	1297,4	1619,7	2119,9	2203,9
CV_F (%)	0,998	1,881	3,266	3,153	2,689
ϵ	18,300	14,150	14,386	13,650	13,600
CV_ϵ	0,820	4,013	1,194	0,969	4,176

Gdje je: $g_{o/p}$ gustoća osnove i potke (niti/1 cm) F - prekidna sila tkanine (N), CV_F - koeficijent varijacije prekidnih sila (%), ϵ - prekidno istezanje tkanine (%), CV_ϵ - koeficijent varijacije prekidnog istezanja (%)



Slika 3: Prekidne sile i prekidno istezanje tkanina u smjeru osnove

3. Rezultati i rasprava

U tablicama 1 i 2 te slikama 3 i 4 prikazani su rezultati ispitivanja prekidne sile i prekidnog istezanja pređe prije i nakon tkanja te tkanina u smjeru osnove. Prema dobivenim rezultatima ispitivanja pređe prije i nakon tkanja može se utvrditi da se prekidna sila pređe kod svih ispitanih uzoraka smanjila kroz proces tkanja (tab. 1, sl. 2). Najveća deformacija je na uzorku P4 koji je imao najgrublju pređu u osnovi (sa 363,6 N na 249 N ili 31,5%). Uzrok tomu su veća trenja među nitima i dijelovima stroja koja su izazvala dodatnu deformaciju niti [6].

Najmanju razliku u prekidnim silama pređe ima uzorak P1 otkan u platnu, s relativno malom gustoćom i najfinijom pređom u osnovi i potki. Koeficijent varijacije (CV_F) kod prekidne sile je povećan na pređi (P2, P3 i P4) izvučenoj iz tkanine u odnosu na istu pređu prije tkanja, dok je kod uzorka P1 pređa imala manji koeficijent varijacija nakon tkanja.

Prekidno istezanje pređe kod keper vezova i grubljih pređa (P2, P3 i P4) smanjilo se procesom tkanja, no kod platna se povećalo prekidno istezanje pređe nakon tkanja sa 2,51% na 3,11%. Koeficijent varijacije (CV_ϵ) kod istezanja pređe je veći nakon tkanja također kod grubljih pređa (P2, P3 i P4), a kod finije je obrnuto (P1). Mehanički parametri tkanina otkanih na kružnom tkalačkom stroju, namijenjenih za vatrogasne cijevi, prije vulkanizacije unutrašnjeg gumenog sloja prikazani su u tablici 2 i sl. 3. Tkanina otkana u platnenom vezu (uzorak: P1 (D \emptyset 16)) s finoćom 1100 dtex osnove i potke ima najmanju prekidnu silu po osnovi (519,8 N), što je bilo i za očekivati.

Uzorak P4 (K \emptyset 52) ima najveću prekidnu silu (2203,9 N) usprkos tomu što su osnovine niti doživjele najveću deformaciju u procesu tkanja. Razlog tomu je što taj uzorak tkanine ipak ima najveću prekidnu silu pređe u tkanini, što potvrđuje usporedba uzoraka s istom gustoćom. Prekidno istezanje tkanina je relativno ujednačeno i iznosi 13,6% do 14,386%, osim kod platna gdje je prekidno istezanje zamjetno veće i iznosi 18,3%. Razlog tomu može biti vez gdje svaka nit mijenja lice i naličje nakon svake potke, pa se svojim obavijanjem oko potke više troši, odnosno više se skuplja.

4. Zaključak

U procesu tkanja dolazi do trajnih deformacija pređe. Način kojim se može doći do što točnijih vrijednosti koliko je neka pređa deformirana u pojedinim fazama prerade je različit. U ovom radu deformacija je određivana ispitivanjem prekidne sile i prekidnog istezanja. Na osnovu dobivenih rezultata i rasprave proizlaze sljedeći zaključci:

Deformacije pređe nastale su u svim uzorcima.

Deformacije su veće kod grubljih tkanina, a razlozi za to su veće trenje kod pripreme pređe i prilikom tkanja, veća napetost niti i veća gustoća tkanina.

Naprezanje osnove, koje je neophodno u procesu tkanja da bi se ostvario čisti zijev i ostvarilo pritkivanje potke, ima svoje negativne posljedice koje izazivaju deformacije niti [7].

Deformacija pređe ima za posljedicu i deformaciju tkanine.

U ovom radu izvršeno je ispitivanje tek poluproizvoda za izradu vatrogasnih cijevi, jer do konačnog proizvoda postoje još drugi segmenti koji utječu na kvalitetu. Da bi se dobila zadovoljavajuća kvaliteta i pouzdanost vatrogasnih cijevi, potrebno je provesti još mnoga ispitivanja u fazama izrade manšona, u procesu vulkanizacije te kod vezanja spojnica.

Ovaj rad može se smatrati početkom intenzivnije suradnje između tekstilne industrije u jednom segmentu i tekstilne znanosti, gdje je u interesu obje strane da se dođe do što kvalitetnijeg i konkurentnijeg hrvatskog proizvoda na tržištu.

Literatura

- [1] Čunko, R. & Andrassy M.: *Vlakna*, Sveučilišni udžbenik, Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN 953-155-089-1, Zagreb, (2005)

- [2] *Dostupan na* <http://www.iv-er-kvc.hr>, *Pristupljeno*: 2009.12.28
- [3] Adanur, S.: *Handbook of Weaving*, Technomic Publishing Company, ISBN 1-58716-013-7, Lancaster, USA (2001)
- [4] Kovačević, S.; Dimitrovski K. & Hađina J.: *Procesi tkanja*, Sveučilišni udžbenik, Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN, 978-953-7105-21-1, Zagreb, (2008)
- [5] Čunko, R. & Friščić, V.: *Tekstilna vlakna*, Tekstilna škola Zabok, ISBN 953-96996-3-0, Zabok, (1998)
- [6] Kovačević, S. & Franulić Š., D.: Promjene mehaničkih svojstava osnovinih niti i tkanine po širini izazvane naprežanjem i deformacijama tijekom tkanja i oplemenjivanja, *Tekstil*, **Vol. 51** (2002) 4, 170-179 ISSN 0492-5882
- [7] Kovačević, S. i sur.: Utjecaj napetosti osnove na tkalačkom stroju na deformaciju niti, *Tekstil*, **Vol. 47** (1998) 6, 295-301, ISSN: 0492-5882

Zahvala

Zahvaljujemo tekstilnoj tvornici IV-ER-KONTEKS VATROGASNE CIJEVI d.o.o. iz Karlovca koja nam je pomogla u izradi ovog rada, a koji je proizašao izradom diplomskog rada Anite Magličić.

Prikazani rezultati proizašli su iz znanstvenog projekta Napredne tehničke tkanine i procesi, šifra: 117-000000-1376), provođenog uz potporu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske”

TEHNOLOŠKA ANALIZA ŽAKARDSKE TKANINE U SVRHU KONZERVIRANJA I RESTAURIRANJA

TECHNOLOGICAL ANALYSIS OF JACQUARD WOVEN FABRIC TO CONSERVATION AND RESTORATION

Željko PENAVAL & Danijela JEMO

Sažetak: Povijesni tekstil kao dio pokretne kulturne baštine u sebi objedinjuje kulturnu, uporabnu i materijalnu, te emotivnu vrijednost, a kao organski materijal od samog trenutka nastanka sklon je nepovratnom propadanju. Da bi se sačuvala vrijedna tekstilna baština, spriječilo njezino uništenje i odgodilo propadanje, tekstilne predmete od povijesnog značaja, koji su dosegli kritičan stupanj oštećenja, potrebno je procesom konzervacije i restauracije sačuvati za budućnost i dovesti u zadovoljavajuće stanje. Stoga je potreban znanstveni pristup poznavanju različitih vrsta materijala od kojih su predmeti napravljeni, tehnologiji proizvodnje, načinu na koji se upotrebljavaju, propadaju i konzerviraju. U ovom radu opisana je tehnološka analiza tekstilnog materijala kao osnova u pripremi i dokumentiranju predmeta koji se restaurira. Dane su opće značajke žakardske tkanine nastale na žakardskim strojevima za tkanje. Izvršena je detaljna tehnološka analiza povijesnog fragmenta tkanine iz 18. st. Određeni su konstrukcijski parametri tkanine na osnovu kojih su dobiveni podaci o složenom procesu izrade tog povijesnog tekstila.

Abstract: Historic textiles as part of the movable cultural heritage combines cultural, material and emotional values, and at the very beginning of its existence, as organic material, they have a tendency to decay irreversibly. The process of conservation and restoration is used to preserve the valuable textile heritage, to prevent its destruction, and to delay the degradation of textile items of general interest, which have reached a critical level of damage. Therefore, it is necessary to possess the scientific knowledge of different types of materials from which products are made, production technology, the way they are used, conserved and decay. In this paper the technical analysis of the textile material as a basis for documenting the objects being restored is described. The general features of jacquard fabrics made on jacquard looms are given. The detailed technical analysis of an 18th century historical cloth fragment was performed. Information about the complex process of the development of the analyzed historic fabric is obtained based on the construction parameters of the fabric.

Ključne riječi: konzerviranje, restauriranje, tekstil, žakard, tkanina

Keywords: conservation, restoration, textile, jacquard, woven fabric

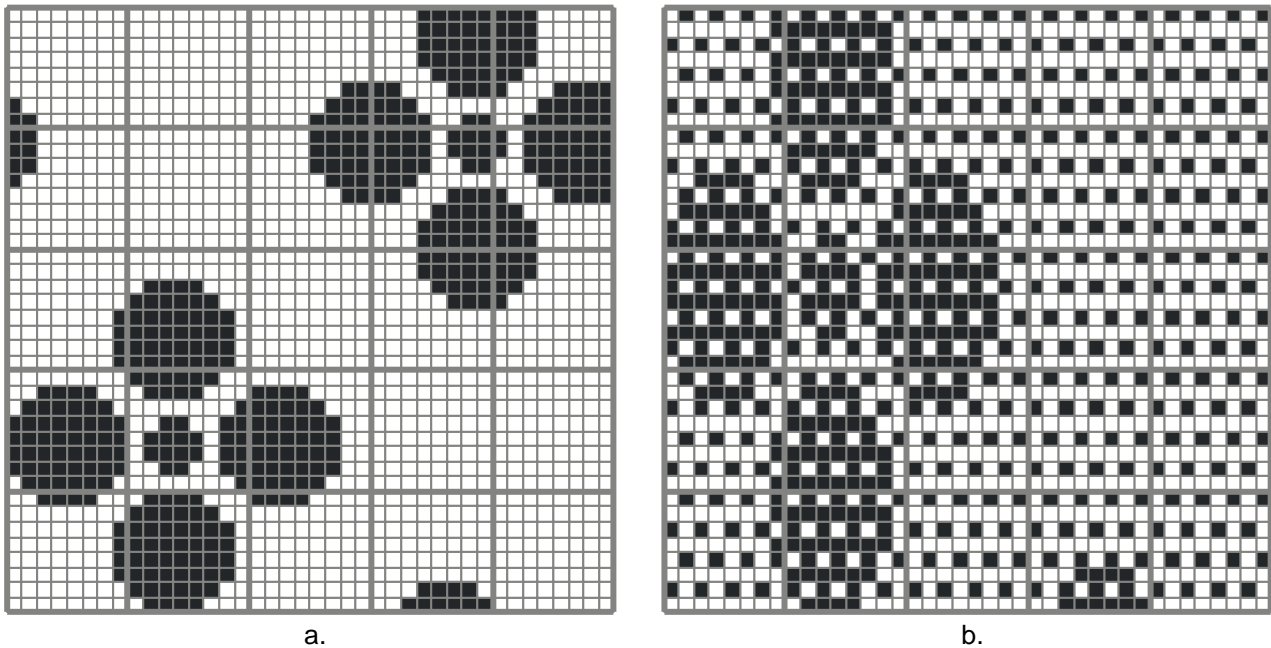
1. Uvod

Jednostruke žakardske tkanine s više potki imaju samo jednu osnovu, a dvije ili više potki, koje stvaraju uzorak na tkanini. Od tih vrsta tkanina razlikujemo sljedeće:

- žakardske tkanine s posebnom (lansirajućom) potkom za uzorak
- žakardske tkanine s rezanom potkom za uzorak

1.1 Žakardske tkanine s posebnom (lansirajućom) potkom za uzorak

Tkanine s posebnom potkom za uzorak u većini slučajeva su glatke tkanine, najčešće izvedene u platnenom vezu, atlasu, krepu, te eventualno nekom drugom vezu, kod kojih uzorak tvori posebna efektna potka. Ta efektna potka obično je od kvalitetnijeg materijala i drukčije je boje nego što je boja temeljnog materijala tkanine kako bi bolje došla do izražaja [1].



Slika 1: Jednostruka žakardska tkanina s posebnom potkom: a) motiv b) dio vezne razrade motiva

Na mjestima gdje efektna potka ne stvara uzorak, ona se ne utkiva, te nam jedna potkina linija predstavlja jednu temeljnu potku koja na slici 1b veže s osnovom u polju tkanine s platnenim vezom. Na motivu (sl. 1a) svaka potkina linija predstavlja dvije potke:

- jednu temeljnu potku i
- jednu potku za uzorak (efektnu)

Te vrste tkanina najčešće su izvedene s malim uzorcima. Na uzornici (sl. 1b) efektna potka stvara uzorak na glatkoj tkanini gdje osnova veže s temeljnom potkom u platno vezu. Jedan dio motiva na slici 1a razrađen je na veznoj razradi uzornice za tkanje licem prema dolje (sl. 1b).

1.2 Žakardske tkanine s rezanom potkom za uzorak

Žakardske tkanine s rezanom potkom za uzorak imaju najčešće jednu osnovu i dvije potke. Jedna potka je temeljna i ona veže s osnovom, a druga potka je efektna (lansirajuća) i ona stvara uzorak.

Ovom veznom tehnikom tkaju se tkanine za proljetne ženske haljine, zastore, dekorativne tkanine i slično. Efektna potka slobodno leži na naličju tkanine, ali se nakon tkanja ta potka izrezuje s naličja tkanine. Da se ta potka ne bi parala, mora se provezivati, a to provezivanje može se izvesti na sljedeća tri načina:

- na obje strane uzorka u platnenom vezu
- primjenom veće gustoće tkanja uzorka
- istodobno na oba načina.

Proporcija temeljnih i lansirajućih potki je 1:1 ili 2:2, rjeđe druge proporcije. Kada se pri tkanju ubacuju efektne potke, isključuje se regulator povlačenja tkanine jer su te potke samo dodane, a gustoća temeljnih potki treba ostati i tamo ista, ili se primjenjuje negativni regulator tkanine. Za male efekte, odnosno figure, na maloj međusobnoj udaljenosti u pravcu potke, leže efektne potke u svojim efektima na licu tkanine, a preostalim dijelom na naličju. Dugačko flotiranje na naličju skraćuje se vezivnim točkama, ili se odsiječe kasnije u doradi tkanine.

2. Eksperimentalni dio

U konzerviranju i restauriranju tekstila prije provođenja radova i odabira prikladnih konzervatorsko-restauratorskih metoda provodi se sustavna analiza predmeta tj. kulturnog dobra koje se restaurira. Dokumentira se stanje prije početka radova, a dokumentacija obuhvaća osnovne podatke o predmetu (kulturnom dobru), tehnike i specifičnosti izrade, oštećenja, prikupljene povijesne podatke itd.

Fragment tekstilne tkanine koji se analizira u ovom radu datira iz 18. stoljeća i pripada privatnom vlasniku. Nalazio se među dijelovima crkvenog tekstila što, pored njegova specifičnog oblika kroja, daje naslutiti da se

radi o desnom donjem dijelu kazule ili misnice koja se koristila u liturgijske svrhe. Konturna linija fragmenta može se opisati oblikom pravokutnika s dvije okomite ravne stranice i tri prava kuta, te druge dvije ravne stranice koje se na mjestu četvrtog kuta pretvaraju u krivulju. Unutar dimenzija fragmenta 27,5 x 23 cm temeljnu jedinicu uzorka grade cvjetni i vegetabilni motivi u vijugavoj, razigranoj kompoziciji slijedeći oblik slova S.



a.

b.

Slika 2 Fragment žakardske tkanine s lansirajućim potkama: a) lice b) naličje

Na osnovu tehnoloških analiza izrade tkanine, mikroskopskih analiza vrste vlakana koja izgrađuju niti u tkanini, te povijesno-umjetničkih analiza oblika desena i karakterističnih motiva, fragment je datiran u 18. st. [2, 3]. Nalazi se u lošem stanju očuvanosti, na njemu su vidljive rupe, oštećenja sistema niti u vezu, mjestimični gubitak efektnih potkinih niti koje grade uzorak, izbledjele boje, a cijeli je svileni materijal tijekom vremena postao krhak i isušen.

Tehnološkom analizom tekstila tkanine određeni su njezini konstrukcijski parametri. Gustoća osnove i potke određena je brojanjem niti na 1 cm, na pet različitih mjesta na materijalu, a za izračun je uzeta aritmetička sredina dobivenih vrijednosti.

Tkanina je istkana iz svilene pređe, različitih debljina niti. Pomoću digitalnog mikroskopa Dino-Lite na pet različitih mjesta izmjerena je debljina svake pojedine vrste pređe, a za proračun je uzeta njihova aritmetička sredina.

Iscrtavanjem motiva tkanine na prozirnoj foliji dobivene su konture uzorka vidljivog na licu tekstila. Time je olakšano određivanje ponavljajućeg uzorka. S obzirom da se ovdje radi o fragmentu tkanine, i premda je uz njegov lijevi ravni rub vidljiv završetak u tkanju, tj. živi rub, ipak se ne može odrediti koja je bila stvarna širina tkanine, niti se zna koliko je metara takve tkanine bilo otkano.

Razradom uzorka po bojama određuju se različiti efekti i vezovi po pojedinom efektu. Desen na tkanini nastaje kombiniranjem 5 različitih boja pređe koje na licu stvaraju uzorak u obliku floralnih i florealnih motiva, koji se ponavljaju u pravilnom obrascu.

Jedan od osnovnih parametara u analizi konstrukcije tkanine je određivanje veza. Temeljni vez u tkanju nastao je ispreplitanjem svilenih, multifilamentnih niti osnove i potke, bež boje u platno vezu, dok se efektna potka koja gradi uzorak na tkanini isprepliće u atlas vezu.

Određivanjem konstrukcijskih parametara tkanine dobiju se podaci o složenom procesu izrade tekstilnog materijala, zbog čega je važno detaljno proučiti i odrediti gustoću tkanine, pređu i vez.

Analizom je određen sirovinski sastav vlakana i tehnološki parametri različite vrste pređe koja izgrađuje analizirani tekstilni materijal, i direktno utječe na njegova svojstva i kvalitetu. Određena je gustoća tkanine kao važan element u procesu tkanja, jer određuje debljinu i poroznost tekstilnog materijala. Obradeni su vezovi i zakonitosti ispreplitanja niti u svakom pojedinom efektu i temeljnom vezu koji utječu na izgled površine i teksturu tekstilnog materijala.

3. Rezultati i rasprava

Dobiveni podaci predočeni su tabelarno, opisno i grafički. Važno je naglasiti da prilikom analiza nije bilo dozvoljeno parati i odvajati niti pređe ili dijelove tekstilnog materijala, jer se u konzerviranju i restauriranju tekstila svaki, pa i najmanji fragment, tretira kao jedinstveni i neponovljivi svjedok povijesti, koji ima materijalnu, kulturnu i emotivnu vrijednost [4, 5]. Zbog toga se poštuje njegov integritet i cjelovitost. Dobiveni rezultati predočeni su sukcesivno, prema tijeku dekompozicije tkanine, da bi se njihovim razmatranjem mogao steći uvid u tijek dekompozicije tkanine.

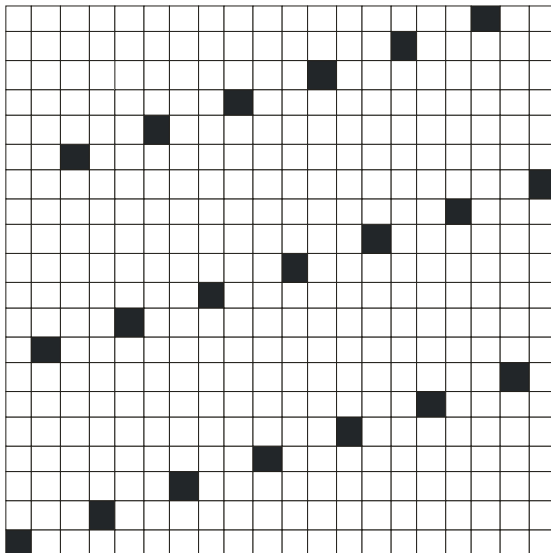
U tab. 1 debljina niti određena je kao srednja vrijednost od 5 uzastopnih mjerenja. Efektne potke na naličju tkanine ne vežu s temeljnom tkaninom tj. flotiraju.

Tablica 1: Karakteristike tkanine

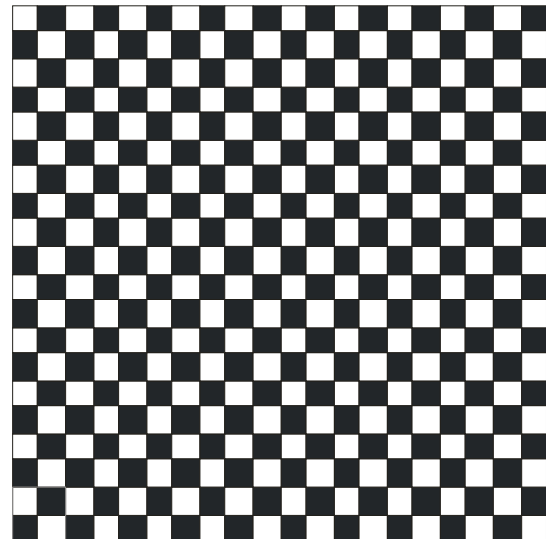
	Boja	Smjer uvijanja	Proporcija niti	Gustoća tkanine (/cm)	Debljina niti (mm)	Vez	
Osnova	bež	S		45	0,2210	P 1/1	
Potke	Temeljna	1. bež	S	1:3	27	0,4211	A 1/19 (3)
	Efektne	2. plava	S	1:3	27	0,2793	
		3. zelena	S	1:3	27	0,2756	
		4. smeđa	S	1:3	27	0,2681	
		5. roza	S	1:3	27	0,2143	
		6. žuta	S	1:3	27	0,2854	

Motiv tkanine iscrtan je na prozirnoj foliji, nakon čega je komparacijom motiva koji se ponavljaju određen ponavljajući uzorak.

Pravilnim ponavljanjem jedinice uzorka u svim smjerovima dobivena je cjelovitija slika izgleda lica tkanine. Nakon određivanja jedinice koja se ponavlja slijedila je razrada uzorka po bojama. To je potrebno da bi se odredili različiti efekti i vezovi po pojedinom efektu.



a.



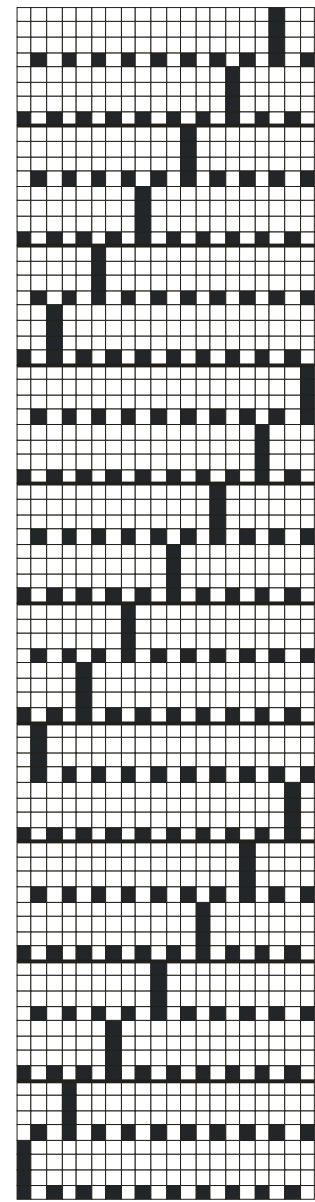
b.

Slika 3: Vezovi: a) efektne potke A 1/19(3); b) temeljni vez P 1/1

Analizom je utvrđeno da efektne potke (plava, zelena, smeđa, ružičasta i žuta) koje grade cvjetni uzorak vežu na licu u 19-veznom atlas vezu sa skokom 3, a na naličju ne vežu tj. flotiraju (sl. 3). Temeljna osnova s temeljnom potkom (bež) veže u platnenom vezu.



a.



b.

Slika 4: Prikaz: a) motiv; b) vezna razrada temeljne i jedne efektne potke

Motiv tkanine nastaje kombinacijom 5 različitih boja pređe koje na licu stvaraju uzorak u obliku floralnih i florealnih motiva, koji se ponavljaju u pravilnom obrascu.

4. Zaključak

Povijesno-umjetnička istraživanja i tehnološke analize tekstilnog materijala preduvjet su za uspješno planiranje i provođenje konzervatorsko-restauratorskih radova na tekstilnom predmetu ili materijalu. Tehnološka analiza tekstilnog materijala obuhvaća analizu veza u tkanju, određivanje sastava i strukture različitih vrsta pređa koje grade temeljni vez ili stvaraju uzorak na tkanini.

Detaljnou analizom svih parametara tkanine dokumentira se tehnologija izrade i način nastanka tekstilnog materijala koji se analizira. Dobiveni podaci predstavljaju važan dokument za budućnost, jer unatoč trudu i zalaganju restauratora i konzervatora, tekstil kao organski materijal, od samog trenutka stvaranja prolazi nezaustavljivi proces propadanja. Takva dokumentacija također je vrlo važna pri izradi replika nekog tekstilnog predmeta ili materijala. Kod ovakve tehnološke analize, otkriveni podaci svjedoče o duhu vremena iz kojeg potječe tekstilni predmet, stupnju razvijenosti korištene tehnologije, kao i o vještini i spretnosti ljudi koji su sudjelovali u njegovu nastanku.

Literatura

- [1] Grosicki, Z.J.: *Watson's Advanced Textile Design Compound Woven Structures*, Butterworth-Heinemann Ltd, New York, ISBN: 0-408-00250-6, (1977)
- [2] Cuoghi C. M.; Devoti D.: *La Collezione Gandini: Tessuti dal XVII al XIX secolo*, Franco Cosimo Panini, Modena, (1993)
- [3] Flury-Lemberg, M.: *Textile Conservation and Research*, Abegg-Stiftung, Bern, ISBN: 3905014025, (1988)
- [4] Fielden, B. M.: *Uvod u konzerviranje kulturnog naslijeđa*, Društvo konzervatora Hrvatske, Zagreb, (1981)
- [5] Price; N. S.; M. K. Talley & Vaccaro A. M.: *Historical and Philosophical Issues in the Conservation of Cultural Heritage*, Getty Publications, Los Angeles, ISBN: 0892363983, (1996)

KOMPOZITI OD PLETIVA I POLIURETANA

COMPOSITES MADE OF KNITTED FABRIC AND POLYURETHANE

Zenun SKENDERI; Vesna Marija POTOČIĆ MATKOVIĆ; Jasminka JAKLIN & Damir VITEZ

Sažetak: U radu je dan prikaz široke primjene poliuretana s naglaskom na upotrebu poliuretana u proizvodnji kompozita za izradu zaštitne i radne odjeće. Opisana su svojstva pletiva i prikazana kemijska struktura poliuretana. Prikazan je tehnološki proces prevlačenja pletiva poliuretanom, te svojstva dobivenog kompozita.

Abstract: The paper gives a broad review of the application of polyurethane with emphasis on the use of polyurethane in the production of textile composites for the production of protective clothing. The properties of fabrics and the chemical structure of polyurethane are described. The technological process of polyurethane coating of knitted fabrics and properties of obtained composites are presented.

Ključne riječi: kompozit, poliuretan, pletivo, zaštitna odjeća

Keywords: composites, polyurethane, knitted fabric, protective clothing

1. Uvod

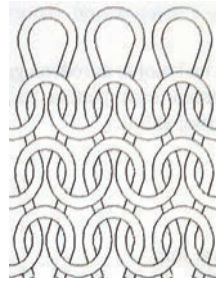
Prema enciklopediji Britannica [1], kompozitni materijal (eng. composite material) je kruta tvar koja je dobivena sjedinjavanjem dviju ili više vrsta tvari, gdje svaka sa svojim vlastitim karakteristikama stvara novi proizvod čija su svojstva superiorna u odnosu na izvorne komponente u određenoj specifičnoj upotrebi. Nadalje, prema definiciji Merriam-Webster rječnika [2], kompozitni materijal je kruta tvar sačinjena od dvije ili više vrste tvari koje imaju različite karakteristike i gdje svaka tvar zadržava svoje karakteristike dok doprinosi željenim svojstvima u cijelosti.

Ljudi koriste kompozitne materijale tisućama godina. Tako su npr. korišteni kompozitni gradbeni blokovi izrađeni od mješavine gline - prirodnog finog minerala (koji pokazuje plastičnost u određenom sadržaju vode, te određenu čvrstoću kad se suši ili peče), blata, pijeska i vode pomiješane s materijalom za učvršćenje od rižinih ljusaka ili slame [3]. Primjer suvremenog kompozitnog materijala korištenog u graditeljstvu je beton – kompozit iz pijeska i cementa. Tekstilni kompoziti sastoje se iz tekstilnih ojačanja združenih s matricom za učvršćenje koja je obično polimerna [4, 5].

Kompoziti izrađeni iz poliuretana i tekstilnih plošnih proizvoda (pletiva, tkanina i netkanog tekstila) mogu se koristiti za različite namjene, npr. u zaštiti od: topline, hladnoće, kiše, metaka/gelera, kemikalija, zračenja, u kirurgiji i za svemirsku odjeću. Pri projektiranju kompozita na bazi tekstila podjednako je važno, s obzirom na željena svojstva kompozita, pravilno izabrati tekstilni materijal - podlogu, nanos – prevlaku, (eng coating), kao i postupak prevlačenja. U ovom radu opisana su svojstva kompozita na bazi pletiva i poliuretana tvrtke Čateks d.d. Čakovec, koji se koristi u izradi zaštitne odjeće.

2. Tekstilni materijal – pletivo

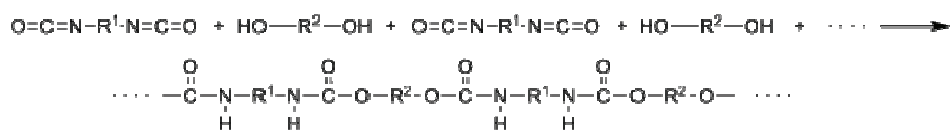
Za tekstilni materijal prevučen poliuretanom važan je sastav, konstrukcija, čvrstoća, dimenzijska stabilnost, istežanje pa i moguća kemijska obrada. Svojstva tekstilnog materijala ovise o željenom svojstvu kompozita. Najčešće se biraju materijali jednostavnijih vezova/prepleta, manjih površinskih masa, pamučni ili poliamidni kada se vrši visoko frekventno varenje. Korištenje pletiva donekle će povećati rastezljivost i elastičnost kompozita. Za ovu namjenu koriste se kulirna i osnovina pletiva različitih svojstava, a u proizvodnji korištenog kompozita kao podloga korišteno je poliamidno desno-lijevo glatko kulirno pletivo, horizontalne gustoće 11 oč/cm, vertikalne gustoće 14 oč/cm, koeficijenta gustoće 0,79, duljine očice 3,5 mm i mase pletiva 80 g/m² (sl. 1).



Slika 1: Glatko kulirno desno-lijevo pletivo

3. Poliuretani

Poliuretani, skraćeno PU, polimer je koji se sastoji od lanca organskih jedinica povezanih uretanskim vezama. Poliuretanski polimeri formiraju se reakcijom monomera koji sadrže dvije izocijanatne funkcionalne grupe s drugim monomerom koji sadrži dvije alkoholne grupe u prisutnosti katalizatora (sl. 2).



Slika 2: Poliuretanski polimer formiran reakcijom diizocijanata s polioliom

Fizikalni i kemijski karakter, struktura i molekularna veličina komponenata utječu na polimerizaciju, kao i konačna fizikalna svojstva dobivenog poliuretana. Dodatno, različiti katalizatori, površinsko-aktivne tvari, dodaci za protupožarnu zaštitu, zaštitu od svjetla i različita punila kontroliraju i modificiraju reakciju, kao i svojstva samog poliuretana. Svojstva poliuretana određuju se ponajviše pravilnim izborom poliola, ali i izbor diizocijanata utječe na mehanička svojstva i primjerice stabilnost na svjetlo. Mekši i elastičniji poliuretani dobivaju se izborom polieterskih poliola, dok se tvrdi dobivaju upotrebom polifunkcionalnih poliola, jer oni formiraju trodimenzionalne strukture koje mogu biti u obliku rijetke suhe pjene. Tvrdi pjena dobiva se uz pomoć katalizatora, a katalizatori utječu na konačna viskozno-elastična svojstva [6]. Prema tome, poliuretanska formula pokriva izrazito širok raspon krutosti, tvrdoće i gustoće. Poliuretanski materijali uključuju:

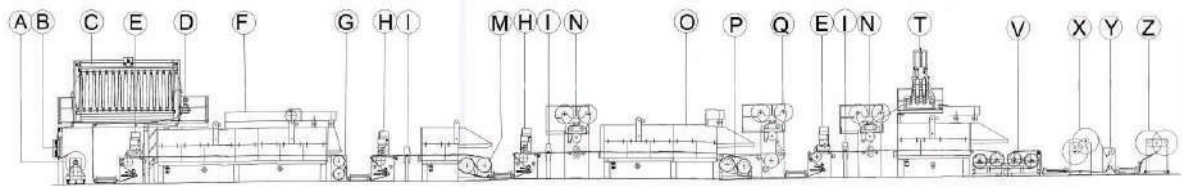
- fleksibilne pjene niske gustoće za upotrebu u industriji namještaja i automobilske industriji (sjedala);
- krute pjene niske gustoće za toplinsku izolaciju u građevini ili izolaciji hladnjaka;
- meke pune elastomere koji se upotrebljavaju kao jastučići od gela raznih primjena;
- tvrde pune plastike za npr. strukturalne dijelove različitih instrumenata;
- boje, lakovi i različiti adhezivi;
- za tekstilnu industriju posebno važna elastanska vlakna kao i poliuretanski nanosi na tekstilne materijale.

Poliuretani imaju prednosti u odnosu na druge polimere jer su postojaniji na abraziju i cijepanje, čvršći su i trajniji, a mogu se prevlačiti na tekstil i kožu [7].

4. Tehnologija prevlačenja

Prevlačenje, odnosno naslojavanje poliuretana, u obliku poliuretanske paste s potrebnim aditivima, može se vršiti direktnim i transfer postupkom. Direktnim postupkom poliuretanska pasta direktno se nanosi na nosač odnosno tekstilnu podlogu. Kod transfer postupka nosač poliuretanske paste je specijalna vrsta papira sa silikonskim premazom gdje se u završnoj fazi vrši laminiranje tekstilne podloge na nanijeti poliuretani. Poliuretani, koji su pripremljeni za korištenje postupkom prevlačenja, nalaze se u obliku otopine ili u obliku granula koje se postupkom otapanja prevode u otopinu. Kao otapalo najčešće služi N,N dimetil-formamid, ali može biti i toluen, etil-acetat itd.

Najveći dio kompozita na bazi poliuretana nastaje transfer postupkom, pa će se stoga i opis tehnologije prevlačenja bazirati na transfer postupku (sl. 3).



Slika 3: Postrojenje za prevlačenje poliuretana na tekstilni materijal: A-D: jedinica za odmatanje papira nosača; C: akumulator papira nosača; E, H: glave za nanošenje poliuretanske paste; F, O: sušnice; G, M, P, V: sistem rashladnih valjaka; I: jedinica za automatsku kontrolu težine nanosa; N, Q: jedinice za laminiranje tekstile podloge; T: akumulator tekstilne podloge; X: jedinica za namatanje gotovog materijala; Z: jedinica za namatanje papira nosača [8].

Poliuretanska pasta nanosi se pomoću pumpe na papir-nosač. Odabir korištenog papira ovisi o traženim svojstvima, izgledu i opipu gotovog proizvoda. Papir se direktno uvodi kroz cijelu liniju za prevlačenje i služi kao beskonačna traka za nanošenje poliuretana.

Ovisno o tehnologiji i traženim karakteristikama proizvoda, mase nanosa mogu biti od 30 – 120 g/m². Nanosi se mogu podesiti nožem, odnosno razmakom između noža na koji se nanosi poliuretanska pasta i valjka ispod noža.

Nanijeta poliuretanska pasta s papirom prolazi kroz sušnice s definiranim temperaturama u kojima se odvija postupak sušenja odnosno isparavanja otapala. Na izlazu iz sušnice nalaze se rashladni valjci gdje se suhi poliuretanski nanos ohladi na određenu temperaturu. Nakon toga slijedi ponovno nanošenje iste poliuretanske paste na prethodno opisani način. Broj nanijetih poliuretanskih nanosa na nosač ovisi o traženim finalnim karakteristikama gotovog proizvoda.

Kao završni nanos se nanosi vezivno sredstvo na koje se laminira definirana tekstilna podloga. U sušnici slijedi umrežavanje veziva. Brzina umrežavanja i temperatura u sušnicama određuju brzinu proizvodnje koje se kreću od 5 – 15 m/min.

Na kraju linije za prevlačenje nalazi se jedinica za odvajanje papira-nosača i gotovog materijala. Papir-nosač ponovno se vraća na početak linije za prevlačenje i služi za novo nanošenje poliuretanske paste. Gotov materijal ide na završni pregled i laboratorijsku kontrolu.

5. Svojstva kompozita

Brojna su pozitivna svojstva tekstilnih kompozita na bazi poliuretana. Kompozit je trajan i relativno otporan na abraziju te vodoodbojan, a razvijene su i hidrofilne ili mikroporozne poliuretanske disperzije propusne za vodenu paru.

Ako proizvođač želi dati višu vrijednost svom proizvodu, kompozit će biti obrađen i protiv gorenja. To svojstvo je obvezno za vatrogasna odijela, a na benzinskim crpkama i bušotinama važno je i antistatičko svojstvo materijala kako bi se smanjila opasnost od izbijanja iskre [7].

Postoje i negativna svojstva kompozita na bazi poliuretana koja se pokušavaju izbjeći. Poliuretanski premaz moguće je oštetiti pod utjecajem kisika, UV zraka, vode ili bakterija. Kisik i UV zrake uzrokuju oksidaciju poliuretana i požućenje na prevlačenju. Voda reagira na uretansku vezu, nastaju glikoli i kiseline koji djeluju kao katalizatori na sljedeću reakciju.

Bakterijska oštećenja također su vezana uz vlažne medije, tako da često idu usporedno s hidrolizom. Kontaminirani materijali djeluju neestetski, nastaju nepravilne mrlje, a mogu biti i opasni po zdravlje. Bakterijska oštećenja moguće je spriječiti antimikrobnom zaštitom [7].

Ispitivani kompozit tvrtke Čateks d.d. AZRA uvijek je obrađen antibakterijski, antialergijski te protiv gljivica i pljesni, a prema zahtjevu može se obraditi protiv gorenja. Ima bazu od poliamidnog pletiva mase 80 g/m², a prevučen je poliuretanom mase 90 g/m².

Koristi se za izradu zaštitne radne odjeće – hlača, prsluka, kombinezona, jakni. Materijal se visoko frekventno vari, nepropustan za vodu HS > 5 m može se prati 40 – 60 °C, kemijski čistiti. Ovaj proizvod zadovoljava ÖKO tex 100 [9]. Rezultati ispitivanja kompozita trgovačkog naziva AZRA dani su u tab. 1.

Tablica 1: Rezultati ispitivanja svojstava kompozita AZRA tt. Čateks d.d.

KOMPOZIT AZRA	STANDARD	OPIS
Sirovinski sastav (%)		poliuretan 47% / poliamid 53%
Nanos		poliuretan 100%
Podloga		poliamid 100%
Širina (cm)		min 150
Površinska masa (g/m ²)	EN 12127	170 ± 10
Prekidna sila (daN/5 cm)	EN ISO 1421	40 / 30 ± 5
Prekidno izduženje (%)	EN ISO 1421	100 / 200 ± 20
Jačina vara (daN/5 cm)	EN ISO 1421	10 / 9
Odvajanje nanosa od podloge (daN/5 cm)	ISO 2411	> 2,5
Vodonepropusnost (Pa)	ISO 811	> 20 000
Otpornost prijelazu vodene pare (m ² Pa/W)	EN 343	class I
Otpornost na hidrolizu (tjedan)	ISO 1419	2
Antifungicidna obrada	ASTM G 21-96	otporno
Skupljanje na pranje na 40 °C (%)	ISO 5077	max 4
Postojanost boje na pranje na 40 °C	EN ISO 105 – C01	5,5
Postojanost boje na kemijsko čišćenje	EN ISO 105 – D01	5,5
Postojanost boje na znoj	EN ISO 105 – E04	5, 4-5 / 5, 4-5
Trenje suho/mokro	EN ISO 105 – X12	5,5 / 5,5
Postojanost boje na svjetlost	EN ISO 105 – B02	4-5

6. Zaključak

Tehničke tekstilije su specifično građene strukture prema zahtjevima krajnjeg korisnika. Upravo prema tim zahtjevima definiraju se svojstva, sastav materijala, metode proizvodnje. Raznolikost svojstava koja poliuretan može postići omogućava mu široku primjenu. Moguće je birati bazični polimer, tip i količinu aditiva, način prevlačenja, čime se mijenjaju svojstva poliuretana i krajnjeg kompozita. Također je moguće varirati tekstilni supstrat s obzirom na željena konstrukcijska i mehanička svojstva. Uz variranje uvjeta prevlačenja moguće je dobiti tekstilne kompozite koji će uspješno odgovoriti na raznolike zahtjeve korisnika.

Literatura

- [1] Dostupan na www.britannica.com, Pristupljeno: 2009-11-24
- [2] Dostupan na www.merriam-webster.com, Pristupljeno: 2009-11-24
- [3] Dostupan na www.science.org.au, Pristupljeno: 2009-11-24
- [4] Long, A. C.: *Design and manufacture of textile composites*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, (2005)
- [5] Long, A. C.: *Composites forming technologies*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, (2007)
- [6] Čunko R.; Andrassy M.: *Vlakna*, Zrinski d.d., Zagreb, (2005)
- [7] Poje-Stella, M.: Razvoj i primjena poliuretanskog prevlačenja za specijalne svrhe, *Tekstil*, Vol. 51 (2002) 10, 470-477, ISSN 0492-5882
- [8] *Instruction manual Recomo*, Recomo S.P.A., Sovizzo, Italija, (2002)
- [9] Dostupan na <http://www.cateks.hr/>, Pristupljeno: 2009-11-24

PROMJENA DULJINE PAMUČNIH PREĐA ZBOG KONČANJA

CHANGES OF COTTON YARN LENGTH DUE TO PLYING

Zenun SKENDERI; Ivana SALOPEK ČUBRIĆ & Dijana PETANOVIĆ

Sažetak: Za potrebe istraživanja promjene duljine pamučnih pređa zbog končanja, korištene su jednostruke pamučne pređe nazivne finoće 17 tex izrađene iz turskog, egipatskog i sudanskog pamuka. Končanje je vršeno na laboratorijskoj končarici sa šupljim vretenom proizvođača tt. Simet, Italija. Pritom su definirani sljedeći nazivni brojevi uvoja pri kojima se vršilo končanje: 100, 150 i 200 u/m. Izrađenim pređama određen je broj uvoja mjerenjem na torziometru tt. Mesdan, Italija. Za svaku od izrađenih pređa određeno je produljenje uslijed odvijanja končanih pređa do uspostave paralelnog položaja jednostrukih pređa. Rezultati dobiveni eksperimentalnim mjerenjem uspoređeni su s teorijski određenom promjenom duljine pređa. Rezultati su pokazali određena odstupanja vrijednosti dobivenih eksperimentalno i teorijski. Izmjereno produljenje pređe nakon odvijanja je 0.5-1.6%. S obzirom na porijeklo pamučnog vlakna iz kojeg je pređa izrađena, pokazalo se da je najmanja promjena duljine nakon odvijanja kod uzoraka izrađenih iz turskog, a najveća kod uzoraka izrađenih iz sudanskog pamuka.

Abstract: Cotton yarns of a count of 17 tex produced from Turkish, Egyptian and Sudanian cotton were used to investigate changes in length due to twisting. Twisting was performed using the hollow-spindle laboratory twisting machine made by Simet Company, Italy. The following nominal number of twists of plied yarns was determined: 100, 150 and 200 t/m. The number of yarn twists was determined using the torsionmeter made by Mesdan, Italy. Yarn elongation due to untwisting of yarns to the parallel position of single yarns was determined for each produced yarn. The results obtained by means of experimental measurements were compared to the theoretically determined changes in yarn length. The results indicated certain discrepancies of experimental and theoretical results. The measured changes in length after untwisting ranged from 0.5 to 1.6%. Considering the origin of cotton fibers used for spinning, it was shown that the smallest change after untwisting occurred in the yarns produced of Turkish, while the biggest change occurred in the yarn made of Sudanian cotton.

Ključne riječi: pređa, pamuk, skraćanje, končanje, končarica sa šupljim vretenom

Keywords: yarn, cotton, contraction, plying, hollow spindle twisting machine

1. Uvod

Končanje je tehnološki postupak u kojem se vrši uvijanje dviju ili više niti kako bi se dobila pređa određenih svojstava. Bitna svojstva na čiju se promjenu pritom utječe su rastezna svojstva, jednolikost i izgled pređe. Osobit izgled pređe koji se postiže končanjem, iznimno je bitan za proizvodnju različitih vrste efektnih pređa kod kojih je broj mogućih efekata koji se može postići kombinacijom pređa različitih boja, sirovinskog sastava i finoća, uz promjenu parametara končarice, gotovo neograničen. Za sam postupak končanja i podešavanje parametara u procesu končanja od iznimne su važnosti sirovinski sastav i udjeli pojedinih komponenata, finoća pređe, broj uvoja i smjer uvijanja pređe. Končanjem dolazi do promjene duljine pojedinih komponenata zbog uvojnog oblikovanja [1].

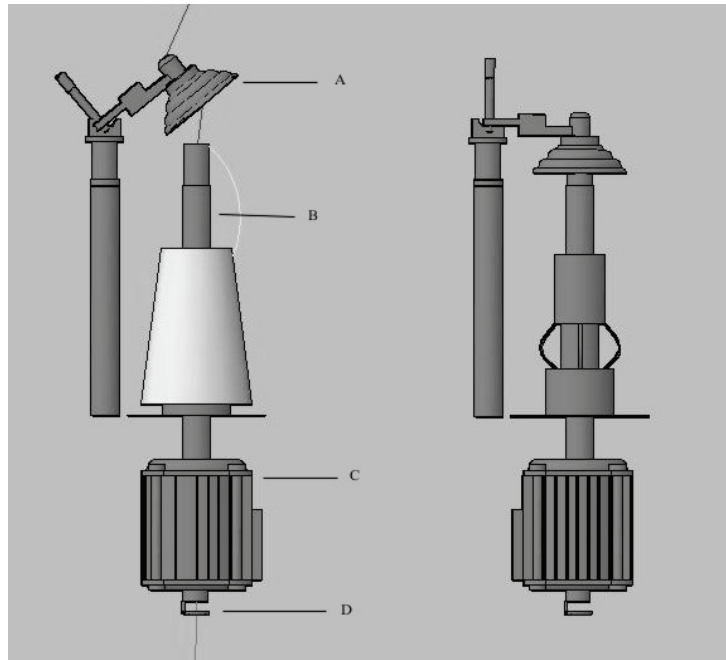
U ovom je radu istražen utjecaj vrste pamučnih vlakana (turski, egipatski i sudanski pamuk) na promjenu duljine jednostrukih pređa finoće 17 tex nakon odvijanja do uspostave paralelnog položaja.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Izrada uzoraka pređa

Za potrebe istraživanja proizvedeni su uzorci pređa na končarici sa šupljim vretenom proizvođača tt. Simet, Italija, koja paralelno odmata pređu s fiksnih namotaka te vrši strukanje i končanje. Šuplje vreteno nalazi se između dva sustava valjaka, a njegov je sastavni dio kuka koja je bitna za uvijanje pređe u S ili Z smjeru.

Končarica ima dvije radne jedinice i mogućnost končanja do 4 pređe na svakoj radnoj jedinici. Svaka radna jedinica ima svoje šuplje vreteno sa zasebnim elektromotorom, što omogućuje različite brzine končanja ili rad na samo jednom vretenu (sl. 1). Na uređaju je moguće podešavanje željenog broja uvoja, brzine končanja te određivanje duljine pređe koja će se končati. Končarica obavlja sljedeće operacije: strukanje dvije do 4 pređa, uvijanje – končanje, te namatanje končane pređe. Postoji mogućnost i parafiniranja končane pređe. Prolaz pređe popraćen je sa 3 elektronička senzora koji omogućavaju automatsko zaustavljanje u slučaju prekida ili nedostatka pređe, dostizanje željenog promjera namotka odnosno duljine namotanog konca te mekanog ili neizbalansiranog namotka postavljenog na šupljem vretenu [2].



A) Poklopac vretena s nosačem; B) Šuplje vreteno; C) Elektromotor; D) Metalni prsten

Slika 1: Šuplje vreteno

Korištenjem končarice sa šupljim vretenom vršeno je končanje jednostrukih češljanih pređa finoće 17 tex. Pređe su ispredene iz turskog bijelog pamuka I. klase, egipatskog Giza 75 FG i sudanskog XG5B. Postupak predenja bio je klasičan češljani s dva prolaza istežanja nakon češljanja. Uzorci za ispitivanje vlakana uzeti su iz pramena nakon drugog prolaza istežanja [3,4]. Parametri vlakana dani su u tablici 1.

Tablica 1: Parametri pamučnih vlakana iz pramena nakon drugog prolaza istežanja

Parametri	Turski pamuk	Egipatski pamuk	Sudanski pamuk
Srednja duljina vlakana, mm	24,5	25,1	25,5
Srednja duljina gornje četvrtine, mm	29	29,8	31,9
Postotak kratkih vlakana ispod 11 mm, %	6,3	4,8	9,1
Koeficijent varijacije duljine vlakana, %	30,0	28,7	37,1
Finoća vlakana, mtex	193	189	169
Čvrstoća vlakana, cN/dtex	3,7	4,9	4,1
Indeks kaustične zrelosti, %	77	80	79

Pređe su končane pri brzinama 36 m/min, 48 m/min i 71 m/min kako bi se postigli sljedeći nazivni brojevi uvoja: 100, 150 i 200 u/m. Oznake izrađenih pređa s obzirom na strukturu pređe, vrstu pamučnih vlakana i nazivni broj uvoja končane pređe, navedene su u tablici 2 [5].

2.2 Ispitivanje pređa

Broj uvoja pređa određivan je na torziometru Twister tester proizvođača Mesdan Lab, sukladno normama [6, 7]. Nakon odvijanja končane pređe do uspostave paralelnog položaja jednostrukih pređa, izmjerena je promjena duljine pređe u odnosu na prvotnu duljinu končane pređe. Teorijska promjena duljine, iskazana kroz postotak skraćivanja/produljenja pređe, određena je prema izrazu:

$$p = \left(\frac{8}{1000} + 0,55 \right) \cdot T_{cm} \cdot \left(\frac{T_{cm} - 3}{2} \right) \quad (1)$$

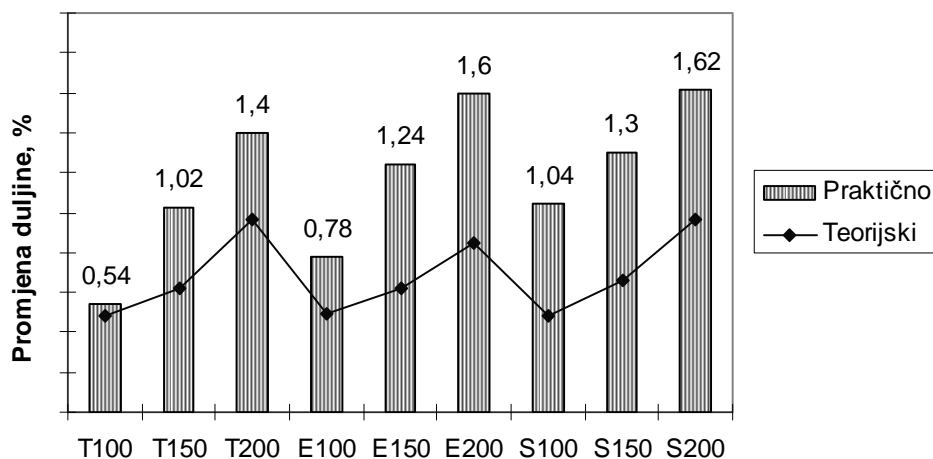
pri čemu je: p - promjena duljine pređe zbog uvijanja kod končanja, %; T_t - finoća pređe, tex; T_{cm} - broj uvoja pređe na 1 cm.

Tablica 2: Uzorci pređa

Redni broj	Oznaka uzorka	Struktura pređe	Vrsta pamuka	Nazivni broj uvoja končane pređe
1	T	jednostruka	turski	-
2	T100	končana	turski	100
3	T150	končana	turski	150
4	T200	končana	turski	200
5	E	jednostruka	egipatski	-
6	E100	končana	egipatski	100
7	E150	končana	egipatski	150
8	E200	končana	egipatski	200
9	S	jednostruka	sudanski	-
10	S100	končana	sudanski	100
11	S150	končana	sudanski	150
12	S200	končana	sudanski	200

3. Rezultati ispitivanja

Promjene duljine zbog uvijanja kod končanja, koje su određene praktično i teorijski, prikazane su na slici 2.



Slika 2: Promjena duljine pređa zbog uvijanja kod končanja određene praktično i teorijski

4. Rasprava

Jednostruke češljane pređe različitog sirovinskog sastava (turski, egipatski i sudanski pamuk) končane su uz jednaka osnovna podešenja stroja i tri različite brzine - 36, 48 i 71 m/min. Izmjereno produljenje izrađenih pređa nakon odvijanja iznosi 0.5-1.6% (sl. 2). Na slici 2 dobro su vidljive razlike između promjene duljine s obzirom na različit sirovinski sastav. Pri tome je najmanja promjena duljine izmjerena za pređe izrađene iz vlakana turskog pamuka (uzorci T100, T150, T200). Najveće promjene izmjerene su za pređe izrađene iz vlakana sudanskog pamuka i one su, u usporedbi s pređama izrađenim iz turskog pamuka, čak dvostruko veće za pređu uvijenu sa 100 u/m. Usporedi li se prethodno navedeno s parametrima pamučnih vlakana

(tab. 1), uočava se povezanost između duljine vlakana i produljenja pređa. Tako su kod pređa izrađenih iz prosječno najduljih i najfinijih vlakana sudanskog pamuka (srednje duljine 25,5 mm, srednje duljine gornje četvrtine 31,9 mm, i finoće 169 mtex) izmjerene najveće promjene duljine. Nasuprot tome, pređe izrađene iz razmjerno kraćih i grubljih vlakana turskog pamuka, koje daju manje produljenje, imaju i manju srednju duljinu vlakana i srednju duljinu gornje četvrtine vlakna.

Uočen je trend povećanja promjene duljine s povećanjem broja uvoja za pređe ispredene iz svih vrsta vlakana. Također se uočava sličan trend praktično i teorijski određenih produljenja pređe, s time da je određeno teorijsko produljenje za sve ispitivane uzorke manje od praktičkog. S obzirom na visoku vrijednost koeficijenta korelacije ($r = 0,86$), zaključuje se da je povezanost između praktično i teorijski određenog produljenja pozitivna i vrlo jaka.

U nastavku istraživanja ove problematike bilo bi zanimljivo istražiti promjene duljina pređa kod končanja na višim razinama uvijanja, kao i končanja više jednonitnih pređenih pređa.

5. Zaključak

Prikazano istraživanje rezultiralo je spoznajama o utjecaju sirovine (u ovom slučaju vrste pamučnih vlakana) na promjenu duljine pređa zbog uvijanja kod končanja. Pri tome se pokazalo da su promjene najmanje kod pređa izrađenih iz kraćih i grubljih vlakana turskog pamuka, a najveće kod pređa izrađenih iz razmjerno duljih i finijih vlakana sudanskog pamuka. Navedene spoznaje bitne su za daljnji proces projektiranja složenijih struktura pređa (npr. kabel pređa, različitih struktura efektnih pređa) i svojstava plošnih proizvoda.

Literatura

- [1] Kovačević, S.: *Priprema pređe*, Tiskara Rotim i Market, ISBN 953-96408-7-3, Zagreb (2002)
- [2] Upute za rad na končarici sa šupljim vretenom model Twister, tvrtka Simet S.R.L. Macchine Tessili, Italija, (2005)
- [3] Skenderi, Z.; Orešković, V.: Utjecaj nekih parametara pamučnih vlakana na kvalitetu pamučne češljane pređe, *Tekstil* **Vol. 37** (1988) 11, 635-642, ISSN 0492-5882
- [4] Skenderi, Z.; Perić, P.; Srdjak, M.: Utjecaj koeficijenta uvijanja na istezna svojstva češljane pređe, *Tekstil* **54** (2005) 11, 558-563, ISSN 0492-5882
- [5] Petanović, D.: Skraćenje pamučnih končanih pređa zbog uvijanja, Završni rad, Zagreb, (2009)
- [6] HRN ISO/DIS 17202 Tekstil - Određivanje broja uvoja u jednostrukih pređenih pređa – metoda odvijanja/ponovnog uvijanja
- [7] ISO 2061:1995 Textiles - Determination of twist in yarns - Direct counting method

Zahvala

Rad je napravljen u okviru znanstveno-istraživačkog projekta Višefunkcionalni tehnički netkani i pleteni tekstili, kompoziti i pređe (šifra projekta 117-0000000-2984) kojeg financira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske.



SEKCIJA C

OPLEMENJIVANJE

SECTION C

FINISHING

FORMULACIJA TEKUĆEG DETERDŽENTA ZA PRANJE KOŽE

FORMULATION OF A LIQUID DETERGENT FOR WASHING LEATHER

Zvonko DRAGČEVIĆ; Tanja PUŠIĆ & Ivo SOLJAČIĆ

Abstract: Predstavljena je nova kompozicija tekućeg deterdženta formuliranog specijalno za pranje kože i kožnih proizvoda. Njegova prihvatljivost dokazana je u pranju janjećih i goveđih koža. Perivost kože i krzna ispitana je na temelju promjene spektralnih vrijednosti opranih uzoraka u odnosu na neprane uzorke. Formulacija ovog proizvoda i korisnička svojstva prijavljeni su Državnom zavodu za intelektualno vlasništvo kao patentna prijava koja je krajem studenoga 2009. objavljena u Glasniku te institucije.

Abstract: The new composition of a liquid detergent prepared especially for washing leather products is presented. Its applicability is proved in the washing process of lamb and cow hide leathers. The washability of leather and fur was tested by spectral characteristics of washed samples compared to unwashed ones. The formulation of this detergent and user properties have been applied for a patent at the State Intellectual Property Office of the Republic Croatia. At the end of November of 2009 it was published in the Croatian Intellectual Property Gazette.

Cljučne riječi: deterdžent tekući, koža, krzno, perivost

Key words: detergent liquid, leather, fur, washability

1. Uvod

Koža se tehnološki prerađuje u procesima štave i nadoštave, pri čemu se koriste brojne metode i postupci [1,2]. Kombiniranjem sredstava za štavljenje i postupaka može se postići različit izgled i svojstva. Uporabom prikladnih bojila moguće je i obojadisati kožu u svim tonovima. Pored kvalitete gotove kože i krzna, važno je zadovoljiti sve zahtjevnije kriterije zaštite okoliša. Tehnološki postupci optimiraju se u svrhu maksimalnog iscrpljenja komponenta iz kupelji u postupcima nadoštave, bojadisanja, te mašćenja, čime se smanjuje opterećenje i zagađenje okoliša.

U posljednje vrijeme priređuju se kože i krzna koja imaju svojstvo perivosti. Osnova tehnološkog postupka kojim se postiže to svojstvo je primjena mekanih akrilnih polimera koji se temelje na hidrofobnim i hidrofilnim elementima [3]. Hidrofobni elementi su zaslužni za mekoću, a hidrofilni iniciraju emulgiranje u vodi i dobro fiksiranje kožnih vlakana.

Temeljni zahtjev na svojstva tih polimera je da se ne ekstrahiraju deterdžentom u postupku pranja blagim sredstvom, pri temperaturi od 30 do 40 ° C, bez centrifugiranja i omekšivača. Unatoč tome, u praksi se pokazalo da ti specijalni polimeri nemaju dobru postojanost u pranju, što utječe na estetski izgled proizvoda i njihovu uporabnu vrijednost. Koža se može oštetiti u visokotemperaturnim postupcima, obradom jakim kiselinama ili alkalijama i agresivnim sredstvima za pranje. Odgovarajući postupci njege trebaju se prilagoditi u svrhu zadržavanja [4]:

- mekoće i dobrog izgleda
- dobre postojanosti na trenje u suhom i mokrom
- postojanosti na svjetlo, toplinu i vodu
- otpornosti na skupljanje, rastezanje i trganje
- vodo/ulje odbojnost

Problem koji se često javlja u pranju animalnih tekstilnih vlakna je promjena obojenja izazvana djelovanjem nekih komponenta u sastavu deterdženta za pranje. Najveće promjene izaziva prvo pranje, a daljnja pranja produbljuju nastale promjene obojenja.

Na tržištu postoje brojne formulacije univerzalnih i specijalnih praškastih i tekućih deterdženata za pranje tekstilija. Sastav i alkalitet (lužnatost) tih formulacija prilagođen je svojstvima tekstilija u svrhu postizanja zadovoljavajućih primarnih i sekundarnih učinaka. Pranje kožnih proizvoda postojećim formulacijama

deterdženata za pranje tekstilija negativno bi utjecalo na promjenu primarnih svojstava kožnih proizvoda. Do sada nije razvijena formulacija deterdženta koja bi tehnološki bila prihvatljiva za pranje kožnih proizvoda i krzna.

Postojali su neki pokušaji rješavanja tog tehničkog problema na način da se postupci pranja provode u posebnim vrećama koje se ubacuju u obične strojeve za pranje (vidjeti npr. prijavu patenta US2007118998 Procter & Gamble) sa specijalnim pripravcima za pranje. Spomenuto tehničko rješenje je komplicirano i zahtijeva posebnu pažnju.

Tehničko rješenje formulacije za pranje kože i kožnih proizvoda ponuđeno je i prijavljeno kao patent br. P20080210A u Državni zavod za intelektualno vlasništvo Republike Hrvatske i trenutno je u objavi u Hrvatskom glasniku intelektualnog vlasništva.

U ovom radu istražena je perivost klasično priređene goveđe kože u crnom tonu i ovčjeg podstavnog krzna u smeđem tonu s predloženom formulacijom tekućeg deterdženta. Ispitivane kože i krzno nisu obrađeni specijalnim polimerima u svrhu postizanja perivosti.

Pranje je provedeno predloženom formulacijom tekućeg deterdženta koja se pokazala prihvatljivom za pranje vodoperivih koža. Razrađen je i postupak sušenja u svrhu preporuke privjesnice za održavanje kožnih proizvoda i krzna.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Materijal

Goveđa koža namijenjena izradi obuće klasično je priređena i bojadisana u crnom tonu. Ovčje podstavno krzno je bojadisano u smeđem tonu.

Istražena je prihvatljivost formulacije čiji je sastav prikazan u tab. 1.

Tablica 1: Sastav tekućeg deterdženta za pranje kože

Komponenta	w (%)
anionski tenzid	>20
neionski tenzid	
lanolin	> 5
fosfonat	< 1
mikrobicid	< 0,3
voda	30-70

Perivost kože i krzna predloženom tekućom formulacijom sredstva (tab. 1) ispitana je laboratorijski i strojno, u kućanskoj perilici. Laboratorijsko pranje ispitivane kože i krzna provedeno je u kivetama aparata Linitest predloženim tekućim deterdžentom koji je primijenjen u različitim koncentracijama naznačenim u tab. 2. Uzorci su prani na temperaturi 30 °C kroz 30 minuta. Nakon pranja su isprani i sušeni na dva načina: na zraku (a) i u sušioniku Scholl (d) na temperaturi 30 °C.

Tablica 2: Koncentracije tekućeg deterdženta i pH vrijednost ispitivanih otopina

Sredstvo	γ (g/L)	pH
Predložena tekuća formulacija za pranje kože	1	7,97
	2	7,89

2.2 Postupci i metode

Strojno pranje predloženom formulacijom tekućeg deterdženta provedeno je u perilici Whirlpool AWO/D 43136 na 30°C u svrhu ispitivanja utjecaja mehanike i temperature. Nakon pranja, koža i krzno sušeni su zračno (a) i strojno (d) u sušilici Whirlpool AWZ 7813. Perivost ispitivanih koža i krzna vrednovana je mjerenjem spektralnih karakteristika prije i nakon pranja. Analizirana je ukupna razlika u boji (dE*) opranih i osušenih koža i krzna u odnosu na neprane. Mjerenja su provedena na spektrofotometru Datacolor Spectraflash 3890. Ukupna razlika u boji uključuje razlike u svjetlini (dL*), zasićenju (dC*) i tonu (dH*).

3. Rezultati i diskusija

Rezultati ispitivanja prihvatljivosti predložene tekuće formulacije za laboratorijsko i strojno pranje kože i krzna prikazani su tablično (tab 3 i 4). Rezultati su vrednovani preko promjene spektralnih vrijednosti svjetline (dL^*), zasićenja (dC^*), tona (dH^*) i ukupne razlike u boji (dE^*) opranih uzoraka u odnosu na neprane. Vrijednosti su izmjerene s lica nakon pranja i sušenja na zraku (a) i u sušioniku (d). Iskazana je i ocjena postojanosti prema sivoj skali (ISO A05) i prema AATCC.

Tablica 3: Spektralne vrijednosti goveđe kože bojadisane u crnom tonu, oprane predloženom tekućom formulacijom u odnosu na nepranu

Uvjeti pranja	γ (g/l)	sušenje	dE^*	dL^*	dC^*	dH^*	ISO A05	AATCC
laboratorijski	1	a	0,133	0,131	-0,003	-0,022	5	5
		d	0,195	-0,195	-0,006	0,011	5	5
	2	a	0,132	-0,108	0,073	-0,023	5	5
		d	0,364	-0,363	0,003	-0,032	5	5
strojno	1	a	0,336	-0,279	-0,009	-0,188	5	5
		d	0,288	-0,280	-0,061	-0,036	5	5
	2	a	0,139	-0,120	-0,021	-0,066	5	5
		d	0,219	-0,211	-0,035	-0,044	5	5







Goveđe kože su se pokazale kao perive, unatoč tehnološkom postupku izrade koji ne uključuje specijalna hidrofilno-hidrofobna sredstva. Predloženo sredstvo primijenjeno u obje koncentracije potpuno je prihvatljivo za laboratorijsko i strojno pranje goveđe kože u crnom tonu. Način sušenja (a/d) ne utječe značajno na promjenu tona.

Tablica 4: Spektralne vrijednosti krzna bojadisano u smeđem tonu, opranog predloženom tekućom formulacijom u odnosu na nepranu

Uvjeti pranja	γ (g/l)	sušenje	dE^*	dL^*	dC^*	dH^*	ISO A05	AATCC
laboratorijski	1	a	4,979	1,031	4,859	-0,335	3-4	2-3
		d	4,571	1,247	4,393	-0,204	3-4	2-3
	2	a	6,505	2,785	5,874	0,230	3	2
		d	6,344	2,319	5,904	0,058	3	2
strojno	1	a	10,353	2,744	9,718	-2,285	2-3	1-2
		d	12,278	2,753	11,740	-2,312	2	1
	2	a	9,075	2,367	8,597	-1,687	2-3	1-2
		d	14,292	5,748	12,931	-2,001	2	1

Ovčje podstavno krzno bojadisano u smeđem tonu vrlo je mekano i podatno, te je pokazalo iznimnu osjetljivost u pranju predloženim sredstvom. Posebno visoke razlike opranih u odnosu na neprane uzorke uvjetovane su strojnim pranjem. Sušenje u sušilici intenzivira promjenu tona.

Tablica 5: Privjesnica za strojno pranje kože

Simbol	Postupak
	- Vrlo blag proces pranja na 30 °C uz smanjenu mehaniku. - Ispiranje normalno. - Smanjena ili normalna centrifuga.
	- Zabranjena uporaba sredstava za bijeljenje
	Sušenje u polegnutom stanju kako se dimenzije ne bi promijenile
	Sušenje u stroju s bubnjem pri nižoj temperaturi (max. 60 °C)
	Zabranjeno glačanje
	Zabranjeno kemijsko čišćenje i detaširanje otapalima

Na temelju provedenog postupka pranja i sušenja te dobivenih razlika spektralnih vrijednosti prije i nakon pranja pokazalo se da je predložena formulacija prihvatljiva za strojno pranje goveđe kože, a neprihvatljiva za strojno pranje krzna u smeđem tonu. Temeljem provedenog postupka može se predložiti postupak održavanja ispitivanog uzorka goveđe kože u vodenom mediju s predloženom formulacijom. Kožni predmet potrebno je prati i sušiti u vreći uz odgovarajući balast. Prijedlog privjesnice sa simbolima prikazan je u tab. 5.

Crta ispod znaka ukazuje na stroga ograničenja pri čišćenju na vodu ili/i mehaničko djelovanje ili/i temperaturu tijekom čišćenja ili/i sušenja

4. Zaključak

Obrada kože i krzna specijalnim hidrofilno-hidrofobnim polimerima osigurava svojstvo perivosti kao dodanu vrijednost tim proizvodima. U ovom radu istražena je perivost goveđe kože u crnom tonu koja nije obrađena hidrofilno-hidrofobnim polimerima predloženim razvojnim tekućim sredstvom za pranje kože. Dodatno je ispitana prihvatljivost predložene formulacije za pranje podstavnog ovčjeg krzna u smeđem tonu.

Goveđe kože u crnom tonu, iako nisu obrađene specijalnim sredstvima koja osiguravaju svojstvo perivosti, pokazale su izvrsnu postojanost obojenja u pranju predloženim razvojnim sredstvom. Karakteristična svojstva goveđih kože su debljina i krutost, što im osigurava manju osjetljivost u alkalnom mediju i sporiju migraciju bojila tijekom kratkog ciklusa pranja u vodenom mediju u odnosu na znatno mekanije janjeće kože. Ocjene postojanosti goveđe kože u crnom tonu na pranje ovim sredstvom izuzetno su dobre, što pokazuje da se obuća izrađena od kože u toj kvaliteti također može prati.

Podstavno ovčje krzno u smeđem tonu vrlo je mekano i podatno. U pranju je pokazalo visoku osjetljivost na blago alkalni medij te slabu postojanost obojenja na pranje u vodenom mediju ovom tekućom formulacijom. Ti rezultati ukazuju da bi se ta kvaliteta krzna svakako trebala u zadnjoj fazi oplemenjivanja obraditi hidrofilno-hidrofobnim polimerima ako se želi dati preporuka održavanja u vodenom mediju.

Važno je naglasiti da su sve faze procesa proizvodnje perive kože i krzna vrlo zahtjevne i trebaju biti optimirane s tehnološkog, ekonomskog i ekološkog stanovišta. Nedostaci i propusti u proizvodnji uočavaju se tijekom održavanja. Odabir i koncentracija sredstva, te uvjeti pranja i sušenja kože i krzna, trebaju se prilagoditi njihovoj kvaliteti u svrhu postizanja zadovoljavajuće postojanosti obojenja u pranju. Odgovarajući postupak prihvatljiv za određenu kvalitetu kože ili krzna potrebno je označiti privjesnicom, odnosno simbolima za održavanje.

Literatura

- [1] Grgurić, H. et al.: *Tehnologija kože i krzna*, Zajednica kemijskih, kožarskih, obučarskih, gumarskih i rudarskih organizacija udruženog rada i usmjerenog obrazovanja, Zagreb, (1985)
- [2] Radanović, Z.: *Poznavanje kožarskih materijala i njihovo ispitivanje*, Zagreb, (1985)
- [3] Gerhard, John: *Possible defects in leather production*, Druck Partner Rubelmann GmbH, Hemsbach, (1996), ISBN 3-00-001555-8
- [4] Smith, P.: *Colour fastness testing method and equipment*, *Rev. Prog. Coloration*, **Vol. 24** (1994), 31-40, ISSN 0360-2559

Ovaj rad dio je izvedbenog programa tehnologijsko istraživačko-razvojnog projekta „Konstrukcija i tehnologija proizvodnje obuće pogodne za pranje u vodenom mediju (TP-0117-015) financiranog od strane Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske.

UTJECAJ PH VRIJEDNOSTI KUPELJI NA VEZIVANJE BEZHALOGENIDNOG HIDROKSIFUNKCIONALNOG ORGANOFOSFORNOG SPOJA NA CELULOZNI MATERIJAL

INFLUENCE OF THE PH VALUE ON THE CROSSLINKING OF NON- HALOGENATED HYDROXY-FUNCTIONAL ORGANOPHOSPHORUS AGENT WITH CELLULOSE MATERIALS

Sandra FLINČEC GRGAC; Drago KATOVIĆ & Sandra BISCHOF VUKUŠIĆ

Sažetak: Klasično organofosforno sredstvo s N-metilolnom fosfornom komponentom, koje se koristi za postojanu obradu protiv gorenja celuloznih materijala, tijekom sušenja i nakon dorade otpušta znatne količine formaldehida za kojega je odavno poznato da je kancerogen. Važno je naglasiti da prilikom sagorijevanja materijala obrađenih organofosfornim sredstvima koja sadrže halogenide dolazi do stvaranja polihalogenidnog dioksina i furana koji nerijetko izazivaju trovanja i tumorski su promotori. U radu za obradu protiv gorenja celuloznog materijala korišten je bezhalogenidni hidroksi funkcionalan organofosforni oligomer (OF) siromašan formaldehidom, koji se inače upotrebljava za obradu poliuretanskih materijala protiv gorenja. Zbog male tendencije vezivanja sredstava za obradu protiv gorenja s funkcionalnim grupama celuloze nužno je za postizanje postojanosti obrade na pranje koristiti sredstvo za umrežavanje. Praćen je utjecaj vezivanja OF-a na celulozni materijal pri različitim pH vrijednostima kupelji. Na uzorcima nakon obrade i pranja ispitana je otpornost na gorenje prema standardiziranoj metodi ISO 6940–1984, mjerena je minimalna koncentracija kisika (LOI) prema metodi ASTM D 2863–77, prekidna čvrstoća prema standardiziranoj metodi EN ISO 13934/1 i kutovi oporavka prema metodi HRN ISO 2313.

Abstract: A classical organophosphorus agent containing N-metilolphosphorus components used for durable flame retardance finishing of cellulose materials during the treatment and drying releases large quantities of formaldehyde which is potentially carcinogenic. It is important to emphasize that during burning the materials treated with organophosphoric agents containing halogenides, polyhalogenated dioxins and furans are created, which often cause poisoning and are tumor promoters. Non-halogenated hydroxy-functional organophosphorus agent (OF) with low formaldehyde content was used in the study for the flame retardant (FR) treatment of cellulose materials. This agent is usually applied for the treatment of flame retardant polyurethane materials. Because of a low tendency of flame retardant agents for crosslinking of functional groups of cellulose it is important to use a crosslinking agent in order to achieve improved laundering durability. We observed the influence of OF crosslinking to a cellulose material at different bath pH values. Flame retardance was tested according to the standardized method ISO 6940–1984, Limiting oxygen index (LOI) was measured according to the method ASTM D 2863–77, breaking force was measured according to the method EN ISO 13934/1 and wrinkle recovery angles (WRA) were measured according to the method HRN ISO 2313. Measurements were performed on the FR treated samples before and after the laundering cycles.

Ključne riječi: bezhalogenidni organofosforni spoj, ekološki povoljnija obrada protiv gorenja, LOI, prekidna čvrstoća, ispitivanje kuta gužvanja

Keywords: non-halogenated hydroxy-functional organophosphorus oligomer, environmentally friendly flame retardant finishing treatment, LOI, breaking force, wrinkle resistance

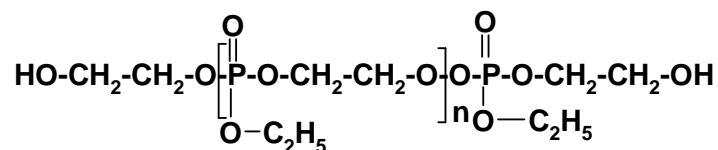
1. Uvod

Obrada protiv gorenja pruža tekstilnom materijalu važnu završnu karakteristiku koja je od velikog značaja pri zaštiti potrošača. Zahtjevi i uvjeti koje moraju zadovoljiti sredstava za obradu protiv gorenja prilikom njihove primjene su:

1. maleno ili nikakvo nepovoljno djelovanje na tekstilni materijal i njegova fizikalna svojstva
2. da tekstilni materijal obrađen sredstvima protiv gorenja zadržava estetska i fiziološka svojstva te da je ekološki prihvatljiv

3. da se proizvode jednostavnim postupkom konvencionalnom opremom i jeftinim kemikalijama
 4. da je postojano na kućno pranje, rotirajuće sušenje i kemijsko čišćenje [1].

Klasično organofosforno sredstvo s N-metilolnom fosfornom komponentom, koje se koristi za postojanu obradu protiv gorenja celuloznih materijala, zadovoljava gotovo sve navedene zahtjeve, no nedostatak mu je što tijekom sušenja i nakon dorade otpušta znatne količine formaldehida koji je potencijalno kancerogen [2,3]. Također je važno naglasiti da prilikom sagorijevanja materijala obrađenih organofosforim sredstvima koja sadrže halogenide dolazi do stvaranja plinova polihalogenidnog dioksina i furana, koji nerijetko izazivaju trovanja i tumorski su promotori. Dioksini i furani razlikuju se međusobno samo po prisustvu ili odsustvu molekule kisika u svojoj strukturi, a uobičajeno se pod zajedničkim pojmom dioksini podrazumijevaju obje ove grupe tvari. Glavni izvori dioksina su sljedeći procesi: procesi sagorijevanja, procesi izbjeljivanja i kloriranja, te proizvodnje različitih drugih kemijskih tvari [4,5]. Zbog prethodno navedene činjenice, u ovom radu za obradu protiv gorenja celuloznog materijala korišten je bezhalogenidni hidroksi funkcionalan organofosfori oligomer (OF) strukturne formule prikazan na slici 1., siromašan formaldehidom, koji se inače upotrebljava za obradu poliuretanskih materijala protiv gorenja. Zbog općenito male tendencije vezivanja sredstava za obradu protiv gorenja s funkcionalnim grupama celuloze, nužno je za postizanje postojanosti obrade na pranje koristiti sredstvo za umrežavanje, primjerice: polikarboksilne kiseline, dimetiloldihidroksietilen ureu ili melamin formaldehidnu smolu uz odgovarajuće katalizatore.



Slika 1: Strukturna formula bezhalogenidnog hidroksi funkcionalnog organofosfornog oligomera (OF)

U ranijim istraživanjima dokazano je da limunska kiselina (CA) pokazuje dobru sposobnost vezivanja s celulozom, a pritom treba naglasiti da je ekološki i ekonomski povoljna, te se u ovom radu koristi kao umreživač OF-a i celuloze. U radu je praćena učinkovitost i postojanost vezivanja bezhalogenidnog organofosfornog spoja s celulozom uz CA kao umreživač u odnosu na različite pH vrijednosti kupelji za obradu.

2. Eksperimentalni dio

U radu je korištena pamučna tkanina površinske mase 120 g/m², platno vez. Sastav pojedinih kupelji prikazan je u tablici 1.

Pamućna tkanina apretirana je kontinuiranim postupkom na fularu uz efekt cijedenja 100% te potom sušena i termokondenzirana na rasteznom sušioniku Bentz. Temperatura sušenja za sve uzorke bila je 110 °C u vremenu od 120 s. Temperatura kondenzacije je ista kod svih obrada: 185 °C u vremenu od 180 s.

Tablica 1: Sastav kupelji

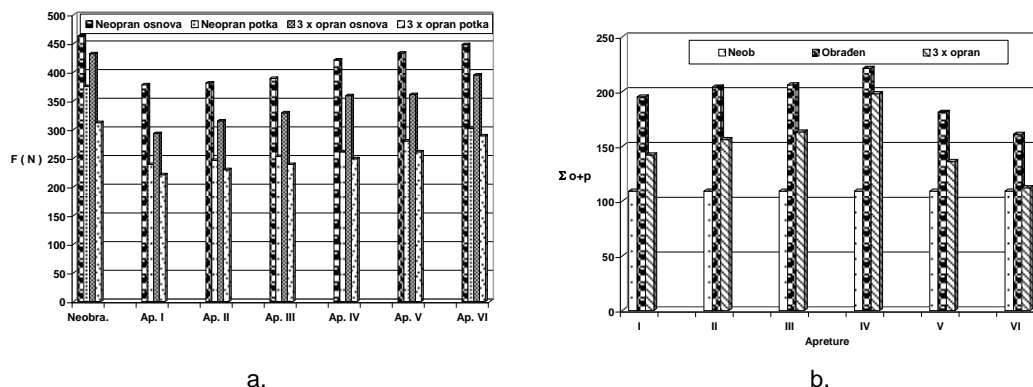
Apreture	OF [g/l]	Umreživač CA ¹ [g/l]	Katalizator SHP ² [g/l]	Tenzid [g/l]	pH
I	400	70	65	1	2,12
II	400	70	65	1	3,5
III	400	70	65	1	4,0
IV	400	70	65	1	4,7
V	400	70	65	1	5,0
VI	400	70	65	1	8,0

¹ Limunska kiselina

² Na-hipofosfit

Nakon obrade uzorci su oprani. Pranje je provedeno u otopini detergenta na uređaju Polycolor tvrtke Mathis prema normama HRN, EN i ISO 6330. Na uzorcima nakon obrade i pranja ispitana je otpornost na gorenje prema standardiziranoj metodi (ISO 6940–1984), mjerena je minimalna koncentracija kisika (LOI) prema standardiziranoj metodi (ASTM D 2863–77), prekidna čvrstoća prema standardiziranoj metodi (ISO 13934/1-EN ISO 13934/1) i kutovi oporavka u suhom prema standardiziranoj metodi (HRN ISO 2313).

3. Rezultati i rasprava



Slika 2: Usporedba rezultata neobrađene i obrađene tkanine u kupelji I – VI : a) Prekidne sile b) Kut gužvanja

Iz histograma prekidnih sila (a) vidljivo je da uzorci nakon obrade imaju tendenciju pada čvrstoće u smjeru osnovinih i potkinih niti, no valja naglasiti da je pad čvrstoće znatno veći kod uzoraka obrađenih u iznimno kiselim medijima, tj. što je niži pH, pad čvrstoće je veći. Također je uočen očekivani pad čvrstoće nakon tri ciklusa pranja kod svih uzoraka.

Histogram (b) prikazuje rezultate kuta gužvanja u suhom te je vidljivo da uzorak obrađen apreturom IV pokazuje najmanju sklonost gužvanju nakon obrade, a nakon tri ciklusa pranja ona se malo povećala.

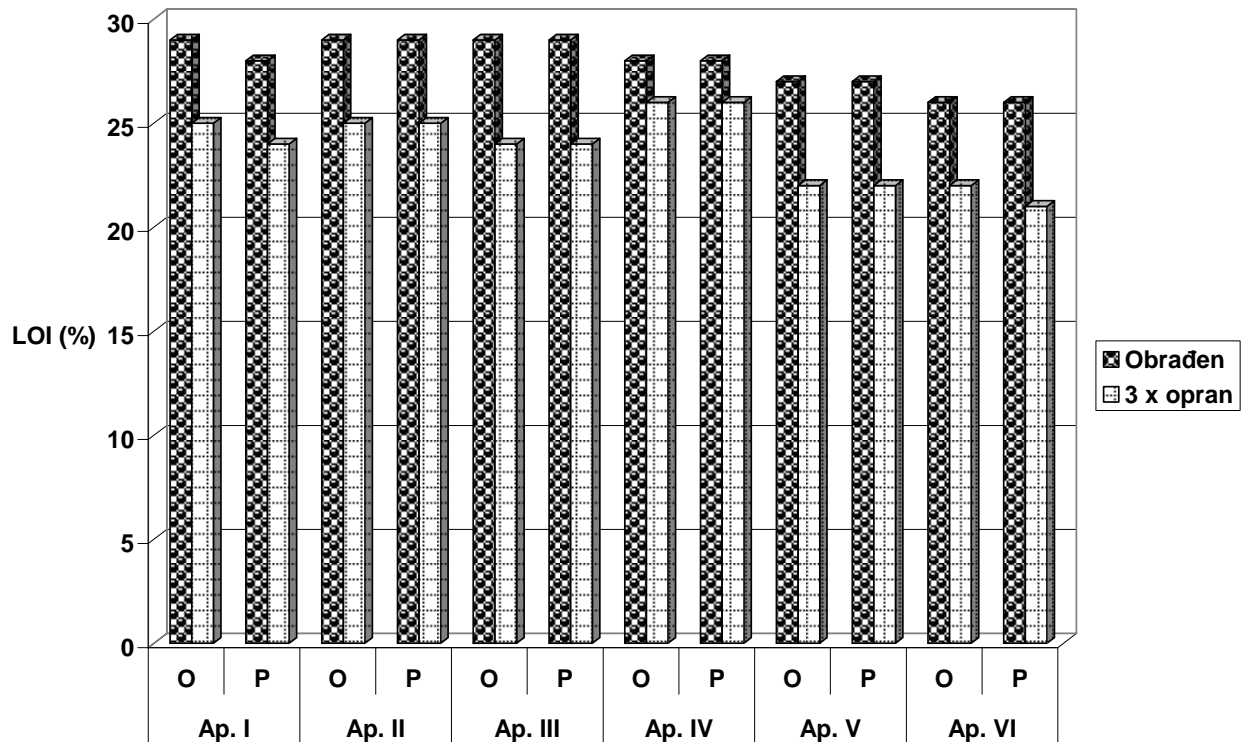
Tablica 2: Rezultati ispitivanja gorenja pamučnog materijala obrađenog apreturama I - VI

Uzorci		t gorenja t [s]		t tinjanja t [s]		l Pougljenje [mm]		t inicijacije t [s]	
		O	P	O	P	O	P	O	P
Neobrađen		25	35	18	17	*	*	1	1
Ap I	neopran	0	0	0	0	46	52	20	20
	3 x opran	3	8	0	0	51	59	5	5
Ap II	neopran	0	0	0	0	38	46	20	20
	3 x opran	6	14	0	0	58	63	5	5
Ap III	neopran	0	0	0	0	23	28	20	20
	3 x opran	4	12	0	0	41	51	5	5
Ap IV	neopran	0	0	0	0	40	60	20	20
	3 x opran	0	0	0	0	75	85	20	20
Ap V	neopran	0	1	0	0	90	106	20	20
	3 x opran	22	38	0	0	112	124	5	5
Ap VI	neopran	0	0	0	0	126	132	20	20
	3 x opran	20	28	12	22	*	*	1	1

* uzorak je u potpunosti izgorio

Iz dobivenih rezultata nakon provedenog ispitivanja gorivosti pamučnog materijala obrađenog ekološki prihvatljivijim bezhalogenidnim OF-im spojem, vidljivo je da uzorci ne gore. Nakon tri pranja uzorci su također podvrgnuti ispitivanju gorivosti i vidljivo je da je najbolji rezultat u smislu postojanosti obrade nakon pranja dobiven s ap. IV uz pH kupelji 4.7.

Dobivena vrijednost LOI-a za neobrađeni pamučni materijal je 18%, te na temelju toga zaključujemo da upotrijebljeni pamučni materijal spada u skupinu lako zapaljivih materijala (LOI ≤ 20). Obradom pamučnog materijala navedenim apreturama od I do VI postignute su visoke vrijednosti LOI-a (Slika 3) po kojima bi se tako obrađene tkanine mogle svrstati u skupinu samogasećih materijala. Iz rezultata LOI vrijednosti nakon pranja vidljivo je da su najbolji rezultati postignuti na uzorcima obrađenim Ap. IV koji zadržavaju dobra svojstva i nakon 3 pranja.



Slika 3: LOI vrijednosti uzoraka obrađenih apreturama I - VI

4. Zaključak

Iz dobivenih rezultata po prethodno navedenim metodama vidljiva je dobra učinkovitost bezhalogenidnog organofosfornog spoja i limunske kiseline uz odgovarajući katalizator pri pH kupelji 4.7. Rezultati dobiveni s navedenim ekološki prihvatljivijim sredstvima potiču na razmišljanje o daljnjem poboljšanju u smislu postojanosti same obrade.

Literatura

- [1] Horrocks A.R. , Flame retardant finishing of Textiles, *Review Progress Coloration*, **Vol. 16**, (1986) 62–101, ISSN 0033-8419
- [2] Yang, C. Q.; Mao, Z & Lickfield G. C.: Ester Crosslinking of Cotton Cellulose by Polycarboxylic Acids: pH-Dependency, *AATCC Review* , **Vol. 32** (2000) 11, 43 – 46, ISSN 1532-8813
- [3] Katović, D. i sur. : Flame Retardancy of Paper Obtained with Environmentally Friendly Agents, *Fibers & textiles in Eastern Europe*, **Vol. 17** (2009) 3; 90 – 94, ISSN 1230-3666
- [4] Chow, W. K. & Yin R.: Smoke Movement in a Compartmental Fire, *Journal of Fire Sciences*, **Vol. 24** (2006), 445 – 463, ISSN 0734-9041
- [5] Lewin, M.: Unsolved problems and unanswered questions in flame retardance of polymers, *Polymer Degradation and Stability*, **Vol. 88** (2005), 13 – 19, ISSN 0141-3910

UGRADNJA NANOČESTICA AKTIVIRANOG PRIRODNOG ZEOLITA U POLIESTERSKU TKANINU ULTRAZVUKOM

ACTIVATED NATURAL ZEOLITE NANOPARTICLES IMPLEMENTATION TO POLYESTER FABRIC BY ULTRASOUND

Ana Marija GRANCARIĆ; Anita TARBUK & Alenka MAJCEN LE MARECHAL

Sažetak: *Zahtjevi za očuvanje prirodnih izvora i očuvanje okoliša prisiljava istraživače da nađu alternativne tehnologije modifikacije poliesterskih materijala radi smanjenja potrošnje vode, energije i velikih količina otrovnih kemikalija. Iz navedenih razloga u procesima mokre obrade tekstila u posljednje vrijeme materijal se obrađuje ultrazvukom. Tribomehaničkom aktivacijom zeolita, klinoptilolit se usitnjavanja do nanorazine, pri čemu se također obavlja i postupak aktivacije nanočestica. Nanašanjem na tekstilni materijal, povećava mu aktivnu površinu, antimikrobnu i UV zaštitu, te zaštitu od gorenja. Upravo iz tog razloga, poliesterska tkanina namijenjena za ljetne odjevne predmete, obrađena ultrazvukom uz ugradnju nanočestica aktiviranog prirodnog zeolita. Ovako obrađenim poliesterskim tkaninama provedena je karakterizacija površine pretražnom elektronskom mikroskopijom (SEM), te istražena adsorptivnost vode i optičkog bjelila.*

Abstract: *The preservation of natural resources and environmental protection forced the researchers to find alternative technologies for modification of polyester materials to reduce water consumption, energy and large amounts of toxic chemicals. For the above reasons, the process of wet processing of textile materials recently processed by ultrasound. Tribomechanical activation of zeolites, clinoptilolite is grinding to sub-micro level, including activation process of nanoparticles, as well. Impregnation of textile material with zeolite nanoparticles, it increases the active surface area, antimicrobial and UV protection, and its flame retardancy. Therefore, in this paper polyester fabric designed for summer garments, was ultrasound treated without and with implementation of activated nanoparticles of natural zeolite. The characterization of surface was performed applying scanning electron microscopy (SEM). The adsorption ability of water and optical brighteners was performed as well.*

Ključne riječi: *ultrazvuk, poliesterska tkanina, SEM, adsorptivnost*

Keywords: *ultrasound, polyester fabric, SEM, adsorption*

1. Uvod

Poznato je da poliesterska tkanina (poli(etilen-tereftalat), PET) ima izvrsna mehanička svojstva, ali joj je glavni nedostatak slaba adsorpcija vode. To negativno utječe na udobnost odjevnih predmeta, te se PET tkanina u novije vrijeme površinski modifikira. Konvencionalnim površinskim modifikacijama poliestera, kao što su hidroliza i aminoliza, postiže se poboljšanje određenih uporabnih svojstava, ali obzirom na sve strože zahtjeve za očuvanje prirodnih izvora i okoliša, ove metode više nisu ekološki prihvatljive [1-4]. Stoga se istražuju alternativni postupci modifikacije poliestera. Kao najpovoljniji način takvog oplemenjivanja pokazao se ultrazvuk kojim se postiže ubrzavanje procesa mokrog oplemenjivanja, a time i bolji rezultati pri blažim uvjetima obrade, primjerice niža temperatura i manja koncentracija kemikalija [5]. U procesima mokre obrade tekstila ultrazvuk se primjenjuje za pripremu pomoćnih kupelji primjerice emulzija; raspršivanje bojila i obezbojenje vode; modifikaciju vlakana; za poboljšavanje procesa oplemenjivanja i bojadisanja, te ugradnju nanočestica [5-10]. Uslijed međudjelovanja ultrazvuka i kapljevine dolazi do fizikalnih i kemijskih reakcija. Glavni kemijski učinak ultrazvuka je nastajanje slobodnih radikala koji nastaju uslijed disocijacije molekula vode i isparavanja različitih sredstava za obradu, a visoka temperatura i tlak osiguravaju pobuđivanje energije za homolitički raspad spoja. Nastali radikali međusobno reagiraju i stvaraju nove molekule i radikale, ili se raspršuju u okolinu kao mjehurići te služe kao oksidansi.

Prirodni zeolit klinoptilolit je kristal tetraedarske građe, prostorna mrežasta tvorevina u čijoj unutrašnjosti se nalaze molekule vode i zemno alkalijski ioni. Ovi ioni ne zauzimaju čvrste položaje pa se mogu slobodno kretati unutar kristalne rešetke te kao ioni mogu biti lako otpušteni i izmijenjeni, a da se pritom ne mijenja karakter kristalne rešetke, što im daje široku primjenu [11]. Tribomehaničkom aktivacijom čestice zeolita se usitnjavaju i do nanorazine, uz njihovo aktiviranje. Tijekom obrade čestice primaju veliku kinetičku energiju,

koja ne utječe na promjene u kemijskom sastavu klinoptilolita već povećava njegovu aktivnost. Zeolit postaje aktivan i u unutarnjim slojevima čime se poznati mehanizmi djelovanja zeolita impresivno umnožavaju.

Najnovija istraživanja ukazuju i na mehanizme antikancerogenog i antimetastatskog djelovanja, snažnu antiviralnu aktivnost, a definira se kao najjači prirodni imunostimulator i antioksidans [12,13]. Nanosom na tekstilni materijal, povećava mu aktivnu površinu a time i adsorptivnost, pa u kombinaciji sa sredstvima za antimikrobno djelovanje pokazuje sinergistički učinak. Ujedno povećava učinkovitost zaštite od UV zračenja, kao i od gorenja [4,10,13].

U ovom radu tkanina iz poli(etilen-tereftalata) (PET), namijenjena za ljetne odjevne predmete, obrađena je ultrazvukom uz ugradnju nanočestica aktiviranog prirodnog zeolita kako bi joj se poboljšala adsorptivnost, a time i udobnost za nošenje. Ujedno je provedena karakterizacija površine pretražnom elektronskom mikroskopijom (SEM).

2. Materijal i metode

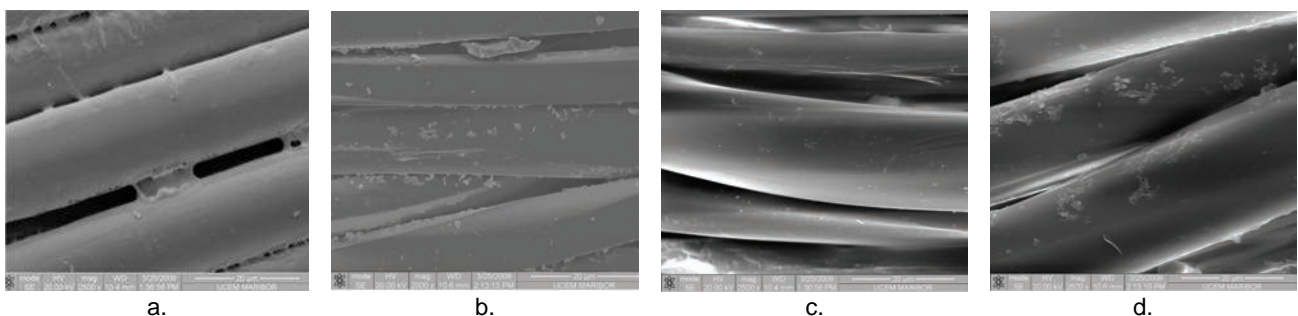
Poliesterska tkanina Belira (Incel, Banja Luka, BIH) proizvedena iz 100 % poli(etilen-tereftalata) (ispitak **PET**), površinske mase $m = 60 \text{ g/m}^2$, stabilizirana vrućim zrakom, izrađena od teksturirane multifilamentne pređe (50 dtex, 16f). Vlakna u pređi su kružnog poprečnog presjeka, prosječnog radiusa, $r_0 = 9 \mu\text{m}$, molarne mase, $M_m = 192 \text{ g/mol}$, gustoće, $\rho = 1.38 \text{ g/cm}^3$, te molarnog volumena, $V_m = 139 \text{ cm}^3/\text{mol}$ [3]. *Tribomehanički aktivirani zeolit* – nanočestice klinoptilolita aktivirane i proizvedene tribomehaničkom aktivacijom na patentiranom uređaju (patent: PCT/1B99/00757) u tvrtki Tribomin, Osijek. Porijeklo primijenjenog klinoptilolita je Kosiče, Slovačka. Difraktometrijom rendgenskim zrakama utvrđeno je da se ispitak sastoji od klinoptilolita (oko 80 %), a ostatak čine montmorilonit i mordenit. Prosječna veličina nanočestica iznosi 150 nm [12].

Obrada ultrazvukom provedena je u ultrazvučnoj kadi (ispitak **PET US**), uz frekvenciju $\nu = 40 \text{ kHz}$, snagu $P = 100 \text{ W}$, na temperaturi $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ u vremenu $t = 60 \text{ min}$ u destiliranoj vodi bez i uz dodatak 5 g/l nanočestica zeolita (ispitak **PET US Z**). Drugi set ispitaka impregniran je u kupelji s 5 g/l nanočestica prirodnog zeolita po termosol postupku, osušen na $T = 80 \text{ }^\circ\text{C}$, u vremenu $t = 2 \text{ min}$, te stabilizirane vrućim zrakom na $T = 200 \text{ }^\circ\text{C}$ u vremenu $t = 30 \text{ s}$ (ispitak **PET Z**).

Karakterizacija površine PET tkanina nakon obrada provedena je pretražnom elektronskom mikroskopijom na FEI Quanta 200 Scanning Electron Microscope (SEM). Za određivanje adsorptivnosti vode i tekstilnih pomoćnih sredstava, istražena je sposobnost zadržavanja vode, (Water Retention Value (WRV)), prema DIN 53814:1961 - *Bestimmung der Wasserrück-haltervermögens von Fasern und Fäden*. Adsorpcija optičkog bjelila određena je indirektno mjerenjem stupnja bjeline optički bijeljene PET tkanine na remisijskom spektrofotometru SF 600 PLUS CT (Datacolor) prema ISO 105-J02:1997 *Textiles - Tests for colour fastness - Part J02: Instrumental assessment of relative whiteness*. U tu svrhu PET tkanine su obrađene optimalnom koncentracijom 0,5 % optičkog bjelila Uvitex ERN-P (Ciba) na bazi benzoksazola postupkom iscrpljenja iz kupelji.

3. Rezultati s raspravom

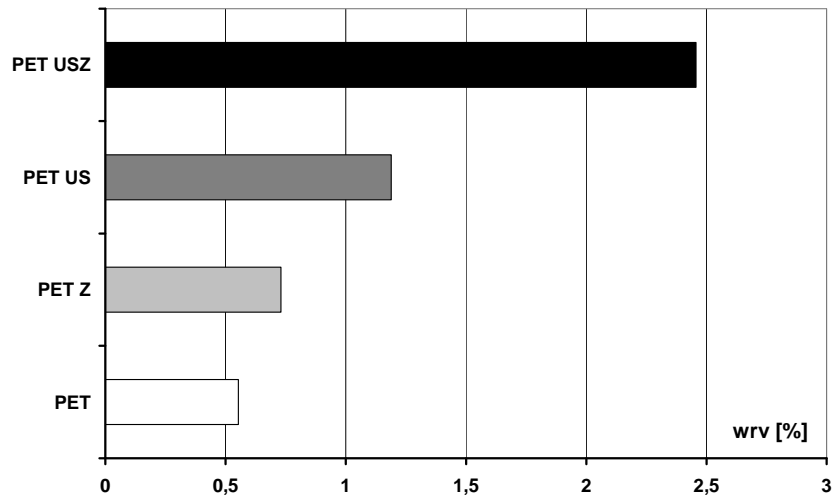
PET tkaninama obrađenim ultrazvukom uz ugradnju nanočestica aktiviranog prirodnog zeolita izvršena je karakterizacija površine i kemijskog sastava pretražnom elektronskom mikroskopijom (SEM) i FTIR-ATR spektroskopijom. SEM mikrografije PET tkanina prikazane na sl. 1, snimljene uz povećanje 2500 puta, izabrane su unutar 10 slika snimljenih na 7 različitih mjesta na tkanini.



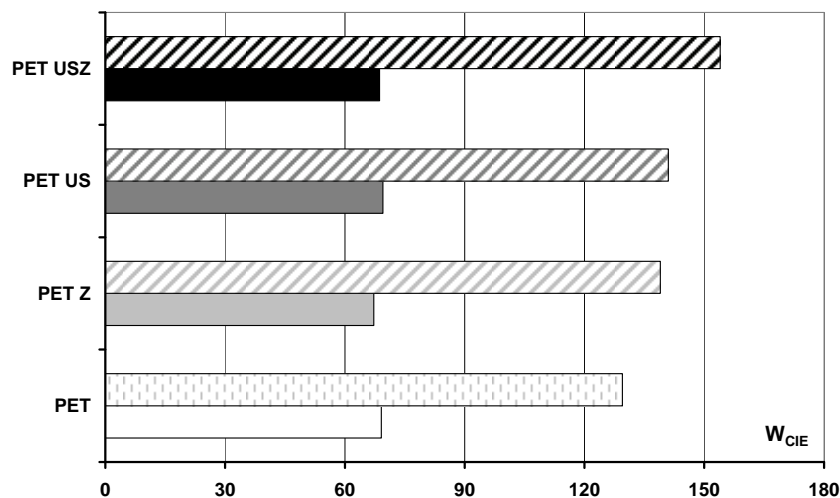
Slika 1: SEM mikrografovi PET vlakana – a. neobrađena tkanina (PET); b. tkanina obrađena zeolitom (PET Z); c. ultrazvukom modificirana tkanina (PET US) i d. ultrazvukom modificirana tkanina uz dodatak zeolita (PET US Z)

Vidljiva je ultrazvukom očišćena površina od primjesa prilikom izrade PET tkanine (sl.1c), a druge značajnije promjene nisu uočljive. Jasno je vidljiva razlika između nanočestica ugrađenih ultrazvukom (sl.1d) i termosol postupkom (sl.b). Nanočestice prirodnog zeolita ugrađene termosoliranjem uglavnom ostaju na površini PET tkanine (PET Z), dok prilikom njihove ugradnje ultrazvukom u dobar dio nanočestica prodire u pore vlakna (PET US Z), pa nisu tako vidljive na površini.

Uslijed izrazite kristaličnosti poliesterskog vlakna, PET tkanina slabo apsorbira vodu, što negativno utječe na udobnost izrađenih odjevnih predmeta. Upravo iz tog razloga u ovom radu je PET tkanina je površinski modificirana. Adsorptivnost vode istražena sposobnošću zadržavanja vode (WRV) prikazana je na slici 2. Adsorptivnost optičkog bjelila indirektno određena stupnjem bjeline optički bijeljene PET tkanine prikazana je na slici 3.



Slika 2: Sposobnost zadržavanja vode PET tkanina (WRV)



Slika 3: Adsorptivnost optičkog bjelila izražena stupnjem bjeline PET tkanina (W_{CIE})

Sa slika 2 i 3 vidljivo je da ultrazvučna obrada pozitivno utječe na bjelinu PET tkanine, kao i adsorptivnost. Oslobođanje slobodnih radikala uslijed djelovanja ultrazvuka uzrokuje čišćenje površine na što ukazuju i SEM mikrofografije (sl.1c) čime se povećava temeljna bjelina PET tkanine. Sa slike 2 je uočljiv značajan porast adsorpcije vode, (WRV s 0,55 % na 1,22 %), a sa slike 3 i adsorpcije optičkog bjelila (stupanj bjeline raste sa 129 na 141). Razlog tomu je što u ultrazvučnoj obradi dolazi do funkcionalizacije površine što omogućava bolju adsorptivnost.

S druge strane nanočestice prirodnog zeolita povećavaju površinu adsorpcije, pa ugradnja u PET tkaninu, bilo termosol postupkom ili ultrazvukom, utječe na povećanje adsorptivnosti. Važno je istaknuti da ugradnja nanočestica zeolita ultrazvukom rezultira izuzetnom adsorpcijom vode od 2,43 % i optičkog bjelila pri čemu se postiže visoki stupanj bjeline od 164.

4. Zaključci

Modifikacijom površine poliesterske tkanine ultrazvukom uz ugradnju nanočestica aktiviranog prirodnog zeolita dolazi do funkcionalizacije i promijene površine.

Ultrazvučnom obradom znatno se poboljšava adsorptivnost PET tkanina. Isto vrijedi i za obradu nanočesticama zeolita.

Nanočestice zeolita ugrađene u PET tkaninu ultrazvukom djeluju sinergistički, što rezultira izuzetnom adsorpcijom vode i optičkog bjelila. To uvjetuje poboljšanje estetskog izgleda, a ujedno poboljšava udobnost odjevnih predmeta izrađenih iz tako obrađenih PET tkanina.

Literatura

- [1] Pfeifer, H.: *Über den Abbau von Polyester fasern durch Hydrolyse und Aminolyse*, Westdeutscher Verlag, Köln, Germany (1964)
- [2] Grancarić, A. M. & Kallay, N.: Kinetics of Polyester Fibre Alkaline Hydrolysis: Effect of Temperature and Cationic Surfactants, *Journal of Applied Polymer Science* **Vol. 49** (1993), 175-181, ISSN 0021-8995.
- [3] Bide, M. *et al.*: Bifunctional surface modification of polyester, *AATCC Review*, **Vol. 3** (2003) 11, 24-28, ISSN 1532-8813
- [4] Grancarić, A. M., Tarbuk, A.: EDA Modified PET Fabric Treated with Activated Natural Zeolite Nanoparticles. *Materials Technology*. **Vol. 24** (2009) 1; 58-63, ISSN 1066-7857
- [5] Thakore, K. A., Smith C.B., Clapp T.G.: Application of Ultrasound To Textile Wet Processing, *American Dyestuff Reporter* **Vol. 79** (1990) 10, 30-38, ISSN 0002-8266
- [6] Peters, D. Ultrasound in materials chemistry. *J. Mater. Chem.* **Vol. 6** (1996) 10, 1605-1618, ISSN 0959-9428
- [7] Vajnhandl, S., Majcen Le Marechal, A.: Ultrasound in textile dyeing and the decolouration/mineralization of textile dyes, *Dyes and Pigments*, **Vol. 65** (2005) 2, 89-101, ISSN 0143-7208
- [8] Grancarić, A. M., Tarbuk, A., Majcen le Marechal, A. The Fluorescence of UV Protected White Polyester Fabrics, *Proc. 9th AUTEX Conference*, Izmir, Ege University, (2009) 442-449, ISBN 978-975-483-787-2
- [9] Grancarić, A. M., Tarbuk, A., Majcen le Marechal, A. Functionalization of PET Fabric by Ultrasound and Natural Zeolite, *Proc. Internat. Conf. Latest Advan. in High Tech Textiles and Textile Materials*, Gent, Ghent University, (2009) 219-224, ISBN 978-908-1392426
- [10] Tarbuk, A., Grancarić, A. M., Majcen le Marechal, A. Natural Zeolite Nanoparticles Implemented by Ultrasound onto PET Fabric for Better UV Protection, *Proc. 15th Slo. Chem. Event*, Maribor, Slovensko kemijsko društvo, (2009) CD-ROM, 1-9, ISBN 978-961-248-174-2
- [11] Breck, D. W.: Crystalline Molecular Sieves, *Journal of Chemical Education* **Vol. 41** (1964), 678-689, ISSN 00219584
- [12] Ivković, S. *et al.*: Dietary Supplementation with the Tribomechanically Activated Zeolite Clinoptilolite in Immunodeficiency, *Advances in Therapy*, **Vol. 21** (2004) 2, 135-147, ISSN 0741-238X
- [13] Grancarić, A. M., A. Tarbuk, I. Kovaček: Nanoparticles of Activated Natural Zeolite on Textiles for Protection and Therapy, *Chem. Ind. & Chem. Engineer. Quar.* **Vol. 15** (2009), 4; 201-208, ISSN 1451-7372

Zahvala

Ministarstvu znanosti obrazovanja i športa Republike Hrvatske i Javnoj agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, za financijsku potporu bilateralnom projektu „Ultrazvukom modificirani tekstil za multi-funkcijsku zaštitu“.

TERMALNA DEGRADACIJA PAMUČNOG MATERIJALA OBRADENOG PROTIV GORENJA ODREĐENA TGA-DSC METODAMA

A THERMAL DEGRADATION STUDY OF ORGANOPHOSPHORUS FLAME RETARDANT TREATED COTTON FABRICS USING TGA-DSC

Andrea KATOVIĆ; Drago KATOVIĆ & Sandra BISCHOF VUKUŠIĆ

Sažetak: Pamučni materijal obrađen je komercijalnim organofosfornim sredstvom (Pyrovatex CP new) na bazi N-metilol-3-dimetoksifosforil propionamida. Termalna degradacija i ponašanje pri gorenju pamučnih materijala ispitani su primjenom termogravimetrijske analize (TGA) i diferencijalne skenirajuće kalorimetrije (DSC). Ukupni gubitak mase proporcionalan je količini karboniziranog ostatka koji nastaje tijekom dekompozicije pamučnog materijala. Količina karboniziranog ostatka na taj je način mjera stupnja zaštite materijala od gorenja. Njegova količina određena je na 400 °C te ukazuje na znatno višu efikasnost FR obrade obrađenog materijala, bilo opranog bilo neoprانog, u odnosu na neobrađeni materijal. Ispitivanom materijalu dodatno je određen granični indeks kisika (LOI), a također je praćena i postojanost te obrade na pranje.

Abstract: In this study one of the commercially available flame retardant (FR) organophosphorous agents, mainly N-methylol-3-dimethoxyphosphoryl propionamide (trade name: Pyrovatex CP new), was impregnated onto cotton fabrics. The thermal degradation and the flammability behavior of the cotton samples were investigated using thermogravimetric analysis (TGA) and differential scanning calorimetry (DSC). The total weight loss corresponds to the amount of char formed during the thermal decomposition of cotton materials. The char quantity is related to the degree of flame retardance. The char yield of analyzed samples at 400 °C indicate a much higher value for FR treated samples both unwashed and washed, compared to the raw cotton. Additionally, limiting oxygen index (LOI) was determined, while the laundering durability of the treated samples was also evaluated.

Ključne riječi: pamuk, obrada protiv gorenja, termička analiza, TGA-DSC, LOI

Keywords: cotton fabrics, cellulose flame retardant, thermal analysis, TGA-DSC, LOI

1. Introduction

Most of the textile materials cause fire hazards. Cellulose, the main component of cotton fabrics, is extremely flammable. The chemical modification of cotton cellulose can reduce its combustibility and increase safety of its use. Cotton cellulose is made flame-resistant by treatment with proper flame-retardants [1, 2]. The development of successful flame retardant systems for cotton fabrics is of major interest, while the improvement of flammability behavior can be verified by studying the thermal degradation process of untreated and treated samples. TGA and DSC are important experimental techniques for the study of thermal properties of textile materials [3]. The incorporation of the organophosphorus compound into the cellulose proceeds by the reaction of the agent monomer with cellulose hydroxyl groups. Self-polymerization ability of the FR compound leads to the formation of different oligomers which also react with –OH groups. The effective strength among the bonds established between flame retardant components and cellulose molecules of the treated samples can be evaluated from the same measurements carried out on washed samples. Laundering durability is discussed considering the data obtained by TGA-DSC measurements, as the major indicator of the occurred chemical modification of cotton fabrics, followed by the char yield evaluation as well as the LOI values of the samples.

2. Experimental

Pure cotton with a mass of 155 g/m² was used after desizing, scouring, bleaching and mercerizing. The bath formulation and the treatment conditions for the FR impregnation (wet pick-up ca. 100 %) were the following: concentration of the organophosphorus agent 400 g/L, drying at 110 °C for 2 minutes, curing time and curing

temperature 300 s and 150 °C, respectively. Laundering was performed according to EN ISO 6330 at 60 °C, while the LOI values were determined according to the ASTM D 2863-08 method. Thermal analyses of the samples were carried out on a Netzsch STA 409 analyzer controlled by a PC system in static air. TG and DSC thermograms of the samples were obtained from an ambient temperature to 1000 °C at a heating rate of 10°C/min. Prior to the thermal analysis runs the cotton fabrics were cut into small pieces having an average weight of ca. 1 mg, while the analyzed samples were approximately 10 mg. The moisture transfer was avoided by using latex gloves for the sample preparation.

3. Results and Discussion

The flammability of cotton fabrics can be evaluated from the thermal degradation behavior of raw and treated samples using a conventional thermogravimetric technique. The thermogram presented in Figure 1 can be divided into three regions. The first weight loss region, located between ambient temperature and 150 °C, corresponds to the loss of the water molecules bonded to the –OH groups in the cellulose polymer. For all analyzed samples the weight loss is approximately 3 % in this region.

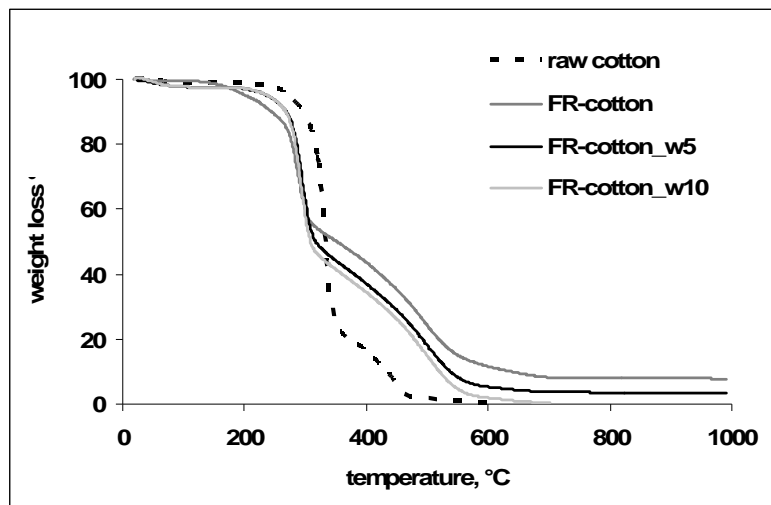


Fig. 1: Thermogravimetric curves for raw cotton and cotton fabrics treated with FR (*Pyrovatex CP new*): unwashed and washed samples (5 and 10 times, respectively) at a heating rate of 10°C/min in static air

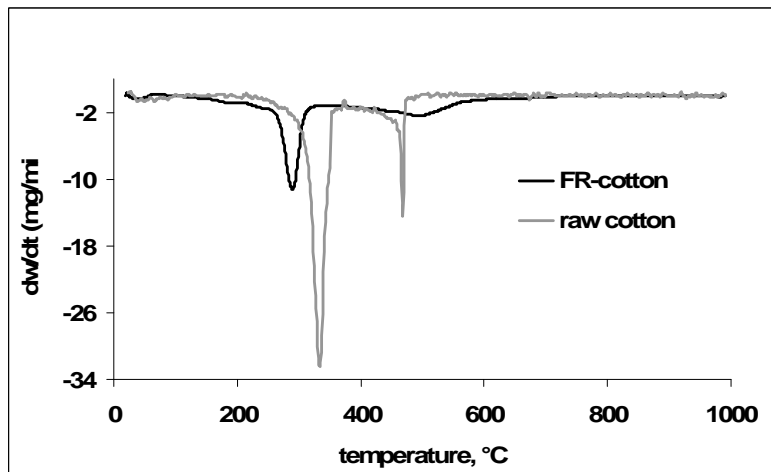


Fig. 2: DTG curves for raw cotton and cotton fabrics treated with FR (*Pyrovatex CP new*)

Taking into consideration the plateau after the first peak of the DTG curves, the major weight loss occurs in the second region which can be located up to ca. 400 °C. In Figure 2 the differential thermogravimetric curves for the raw cotton and FR-cotton samples are presented (for the washed samples the curves are almost identical to the latter). In the case of the raw cotton fabric the weight loss due to the thermal decomposition and depolymerization accounts for about 77 %, while for the cotton fabrics treated with the flame retardant it results to be ca. 42 %. During this stage the random chain scission starts in the amorphous

phase of cellulose and comprises the release of primary volatile gasses (CO₂, CO, and H₂O). In the intermediate temperature region of the second stage the reactions of dehydration, decarboxylation or decarbonylation reaction lead to the formation of anhydroglucose volatile compounds, while at higher temperatures (ca. 310 - 350 °C) their dehydration results in the formation of other volatile gases such as levoglucosenone. In the case of the cotton fabrics treated with FR (*Pyrovatex CP new*), a shift to a lower starting temperature of this stage can be observed as expected. Taking into account washing treatments of the material, the TG curves for the washed samples progressively shift with a number of treatments towards higher values. After one washing treatment the weight loss in this region is ca. 51 %. On the other hand, the change of the weight-loss velocity starts at a much lower temperature, indicating a slower burning rate. Finally, the weight loss in the third region starting after 400°C, where the oxidation of char is the predominant reaction, increases in the case of chemically modified cotton materials (unwashed and washed), *i.e.* ca. 32 % compared to ca. 16 % for the raw cotton sample. For the untreated sample, there is no residue left at 600 °C. In the last temperature range from 600 to 1000 °C, the ultimate oxidation reactions of char occur. In the case of the unwashed FR-treated cotton sample as well as the sample washed five times, some residue still remains at 1000 °C: ca. 8 and 3 %, respectively.

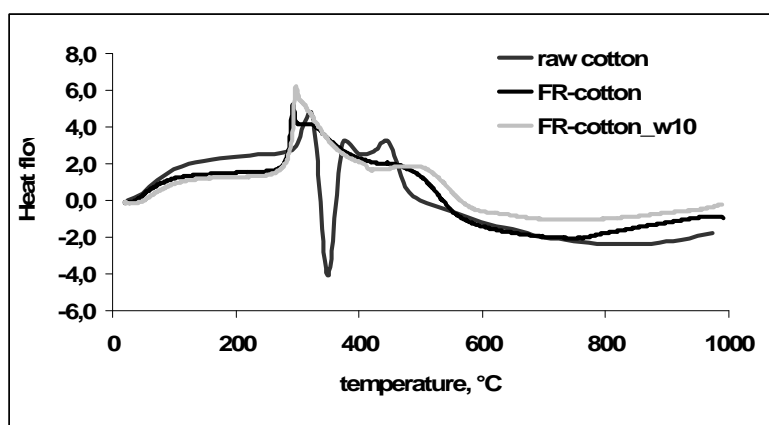


Fig. 3: DSC curves for raw cotton and cotton fabrics treated with FR (*Pyrovatex CP new*) unwashed and washed samples (5 and 10 times, respectively) at a heating rate of 10°C/min in static air.

The DSC measurements confirm the differences in thermal degradation behavior of raw and treated cotton samples (Figure 3). The DSC curve of the raw cotton sample presents three exothermic peaks: one at about 320 and a double peak at 375 and 450°C. In the case of the FR-treated cotton sample, the DSC pattern is changed due to the chemical modification of the original cellulose matrix. The first exotherm composed of a sharp peak and followed by a shoulder is shifted to a lower temperature (ca. 293 °C peak and ca. 325 °C shoulder), while the double peak becomes a shoulder having a maximum at ca. 470 °C. In the case of the washed treated samples, the form of the DSC curves remains almost unchanged.

Char yield of a material is defined as being essentially equal to the residual mass fraction of the material submitted to pyrolysis in an oxygen-free environment. Bearing in mind the proposed generalized thermal degradation mechanism of polymer-like materials and the fact that in this study the samples were heated in static air, it can be reasonably assumed that the second region of the weight-loss curve corresponds to the pyrolysis zone and that the oxidative combustion reactions are predominant at much higher temperatures, although a sort of reaction overlapping can be presumed.

Table 1: LOI values of studied samples

sample	LOI, %
raw cotton	18
FR-cotton	36
FR-cotton_w5	25
FR-cotton_w10	22

Therefore the amount of the sample that remains at 400 °C is the quantity of char formed during the thermal decomposition of cotton fabrics under examination and their values are related to the degree of flame resistance. It can be seen from Fig. 4 that the char yield for the FR-treated sample is almost triplicate indicating better flame retardant property of the chemically modified cotton fabrics.

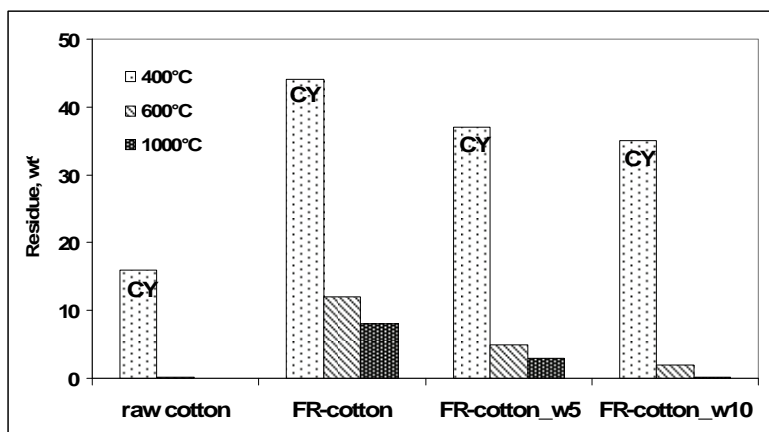


Fig. 4: Amounts of residues that remain during the thermal decomposition of raw cotton and cotton fabrics treated with FR (*Pyrovatex CP new*): unwashed and washed samples (5 and 10 times, respectively) at three different temperatures (CY = char yield).

The char yield of the FR-treated material after various washing cycles, remain high. From the LOI values, showed in Table 1, the flame retardance of the FR-treated cotton fabric resulting from the char yield amounts, is confirmed, but in the case of the washed samples the results obtained from these two measurements are discordant: high char yields and low LOI values. As both experimental values are usually taken as an indirect measure in evaluating flame retardance, in this case it is not possible to evaluate the degree of the flame retardant washing-out.

4. Conclusions

Cotton fabric treated with an organophosphorus based flame retardant compared to the raw cotton sample starts to lose weight at a lower temperature. The TG and DSC data show significant differences of percentage weight loss and decomposition temperatures of the cellulose in the second temperature range, *i.e.* between 200 – 400 °C. The increased char yield of the FR-treated cotton fabrics at 400 °C, as well as the obtained LOI value, indicates an improvement of flammability properties. For the washed FR-treated samples the same measurement results are in disagreement, *i.e.* high char yields correspond to low LOI values for the samples after five- and ten-cycle washing, while the layout of the TG curves remains similar to that of the unwashed sample. More experimental measurements are necessary to evaluate the actual laundering durability and to explain the discrepancy between the TG and LOI measurement results obtained in this study.

References

- [1] Kishore, K. & Mohandos, K.: Action of phosphorus compounds on fire retardancy of cellulosic materials - a review, *Fire and Materials* **6** (1982) 1 54-56, ISSN 1099-1018
- [2] Wu, W. & Yang, C.Q.: Comparison of different reactive organophosphorus flame retardant agents for cotton: Part I. The bonding of the flame retardant agents to cotton, *Polymer Degradation and Stability* **91** (2006) 11 2541-2648, ISSN 0141-3910
- [3] Moltó, J., et. al: Thermogravimetric analysis during the decomposition of cotton fabrics in an inert and air environment, *J. Anal. Appl. Pyrolysis* **Vol. 76** (2006) 1-2, 124-131, ISSN 0165-2370

KOZMETIČKI TEKSTIL COSMETOTEXTILE

Dragica KISILAK; Darko GOLOB & Bojana VONČINA

Sažetak: Kozmetički tekstil je tekstilni proizvod koji sadrži tvar ili pripravak koji se otpušta s vremenom na različitim površinskim dijelovima ljudskog tijela, posebno na koži, te ima posebna svojstva kao što su čišćenje, parfimiranje, promjena izgleda, zaštita, održavanje dobrog stanja ili utjecaj na tjelesne mirise [1]. Kozmetički pripravci imaju obično tekući oblik pa ih je potrebno obaviti. Kozmetički tekstil je proizvod koji kombinira kozmetički pripravak, tekstil i vezivno sredstvo što je obično ovojnica. Umjetno obavijanje se može podijeliti na dvije grupe: mikroobavijanje i molekularno obavijanje. Mikroobavijanje se opisuje kao proces zatvaranja čestica krutina ili kapljica tekućine ili plinova mikronske veličine u inertnoj ovojnici koja ih sa svoje strane izolira i štiti od vanjske okoline. Molekularno obavijanje uključuje sva intermolekularna međusobna djelovanja pri čemu se ne uspostavljaju kovalentne veze između elemenata koji međusobno djeluju. Većina ovih međusobnih djelovanja su tipa domaćina i gosta. U našem istraživanju usadili smo molekularne ovojnice u različite tekstilne materijale koristeći polifunkcionalni reagens. Pripremili smo obavijene tekstilne materijale povećanog kapaciteta adsorpcije i usporili otpuštanje hlapivih aktivnih spojeva. Predstavljaju se neki rezultati ispitivanja u okviru projekta INO-09.

Abstract: A cosmetotextile is a textile article containing a substance or a preparation that is released over time on different superficial parts of the human body, notably on skin, and claiming special properties such as cleaning, perfuming, changing appearance, protecting, keeping in good condition or correcting of body odours [1]. Cosmetic preparations are usually in the liquid form so it is necessary to encapsulate them. A cosmetotextile is a product which combines a cosmetic preparation, a textile and a linking agent which is usually a capsule. Man-made encapsulation can be divided in to two groups: microencapsulation and molecular encapsulation. Microencapsulation is described as a process of enclosing micron-size particles of solids or droplets of liquids or gasses in an inert shell, which in turn isolates and protects them from the external environment. Molecular encapsulation involves all intermolecular interactions where covalent bonds are not established between the interacting species. The majority of these interactions are of the host-guest type. In our research we grafted molecular capsules onto various textile materials using a polyfunctional reagent. We prepared encapsulated textile materials with increased adsorption capacity and delayed release of volatile active compounds. Some results of research work within the INO-09 project are presented.

Ključne riječi: kozmetički tekstil, mikroovojnice, molekularno obavijanje, tekstilni materijali

Keywords: cosmetotextile, microcapsules, molecular encapsulation, textile materials

1. Introduction

A cosmetotextile is a product which combines a cosmetic preparation, a textile and a linking agent which is usually a capsule. Cosmetic preparations (essential oils, vitamins, moisturizing and anti-ageing agents and others) are usually in the liquid form so it is necessary to encapsulate them. Encapsulation technologies offer many opportunities to improve the properties of textiles, or to give them completely new functions. Man-made encapsulation can be divided into two main groups:

1. Microencapsulation where the capsules can be as big as a couple of microns to a few hundred microns;
2. Molecular encapsulation, where capsules are the same range as molecules.

Apart from micro/molecular encapsulation, cosmetotextile materials be can prepared using various other coating materials such as stimulus-responsive gels or microgels or by incorporation of various nanoparticles into textile materials.

1.1 Molecular encapsulation

Supramolecular chemistry involves all intermolecular interactions where covalent bonds are not established between the interacting species: i.e., molecules, ions, or radicals. The majority of these interactions are of the host-guest type. Among all potential hosts, the cyclodextrins (CDs) seem to be the most important ones

[2]. Odour control is a very important topic in the apparel and underwear items. Odour can be controlled by applying an antimicrobial finish, removing the odour molecules as they are formed or covering up the odour with a fragrance. The odour molecules being hydrophobic become trapped in the cavities of the cyclodextrins and are removed during laundering (Figures 1 and 2).

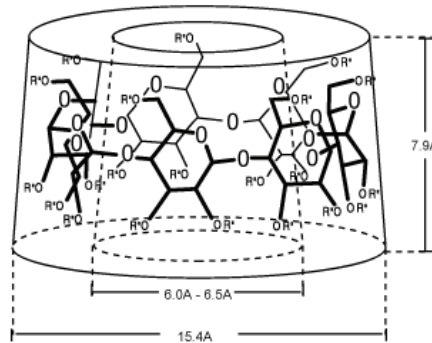


Figure 1: Structure of β -CD.

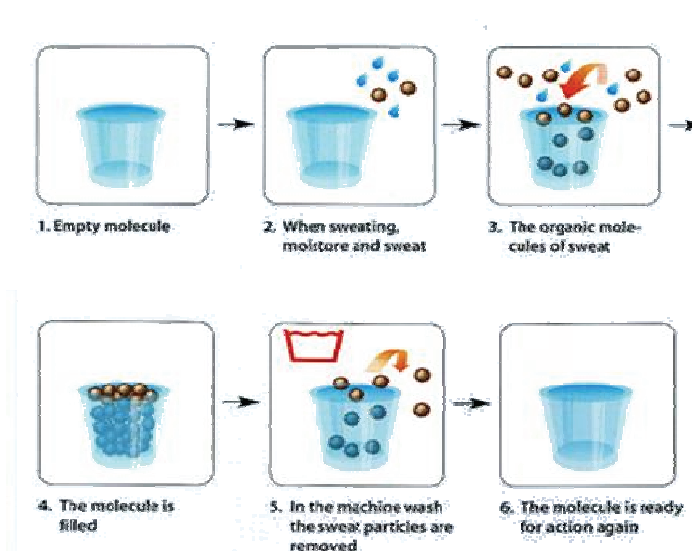


Figure 2: Trapping of odour molecules into cyclodextrin

1.2 Well-being – aromatherapy

Today the subject of well being is an area which is receiving much interest, with scent being one of the most important aspects of personal care. The definition of the word aromatherapy is the following: therapeutic uses of fragrances which at least mere volatilize to cure and to mitigate or cure diseases, infection and indisposition by means of inhalation alone [3].

The term aromachology was coined in 1982 to denote the science that is dedicated to the study of the relationship between psychology and fragrance technology to elicit a variety of specific feelings and emotions – such as relaxation, exhilaration, sensuality, happiness and well-being- through odours via the stimulation of olfactory pathways in the brains, especially the limbic system.

2. Experimental

Cotton textile materials were treated with β -CD and cross-linking system (1,2,3,4 butantetracarboxylic acid and cyanamide) [4]. The fixation was carried out at 115°C. The weight gain of the finished fabrics was measured to yield the efficiency of the treatment according to the standard test method DIN 53814. The weight gain of the finished fabrics was 9%.

Secondary cigarette smoke stream was adsorbed to treated and untreated cotton textile materials (untreated and treated with molecular capsules) (Figure 3); to quantify odor-releasing behavior of with β -CD treated

textile materials we organized a sensory panel of people to whom the odor was presented under controlled conditions. Treated textile materials were exposed to 8 people, they ranked their preferences from 1 to 5.

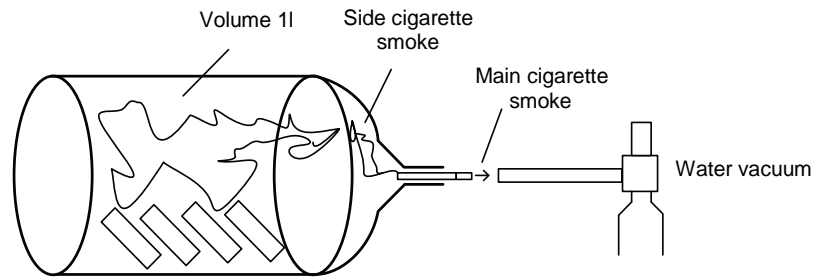


Figure 3: Smoke chamber

3. Results and discussion

Figure 4 presents the intensities of smell of untreated and treated textile materials exposed to secondary cigarette smoke stream. It is shown that unpleasant smell of treated textile is reduced compared to untreated one, due to the encapsulation.

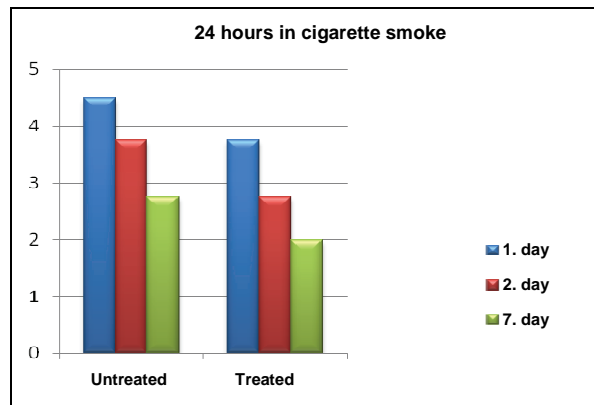


Figure 4: Intensity of smell after 24 hours of exposition to cigarette smoke of untreated and treated textile materials.

Further we extracted cigarette smoke from treated textile materials in water. With UV/Vis spectroscopy we measured the quantity of extracted smoke (Figure 5). It is possible to see that the quantity of adsorbed smoke increase with the time of exposition to smoke.

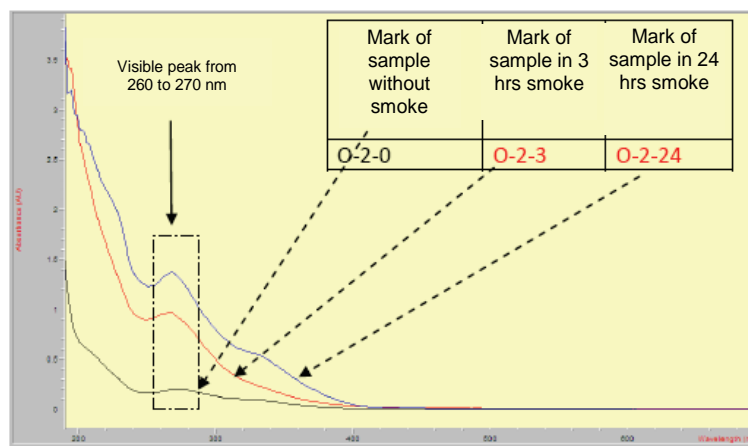


Figure 5: UV/Vis spectra of smoke extracted from treated textile to water.

In our previous research work [4] we proved that nano-assembly between molecular capsules and crosslinking reagent was formed and simultaneously linked on textile substrate as shown in Figure 6.

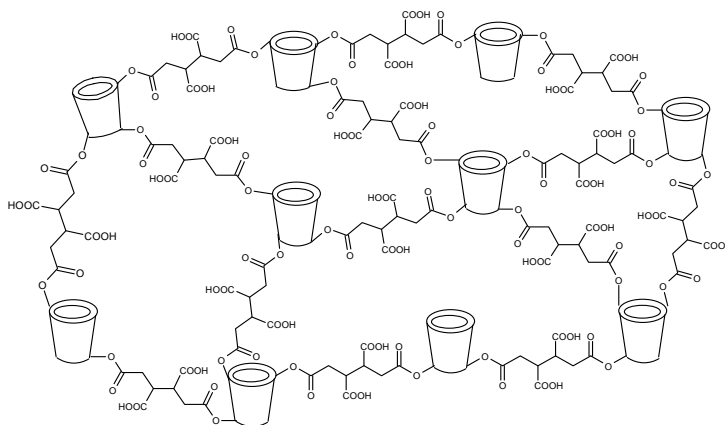


Figure 6: Nano-assembly of molecular capsules on textile substrate

4. Conclusion

Based on the results of the INO-09 project we proved that molecular encapsulation could be used for cotton textile materials (underwear, interlinen, bed linen) to prepare cosmetotextile products.

References

- [1] BNITH CEN/TC248/WG25, (2006).
- [2] Szejtli, J.: Introduction and general overview of cyclodextrin chemistry, *Chemical Reviews*, **Vol. 98** (1998) 5, pp. 1743-1753, ISSN: 1520-6890
- [3] Buchbauer, G.: Aromatherapy: Use of fragrance and essential oils as medicaments, *Flavour and Fragrance Journal*, **Vol. 9** (1994) pp. 217-222, ISSN: 08825734
- [4] Vončina, B., Vivod, V., Chen, W.: Surface modification of PET fibers with the use of [beta]-cyclodextrin. *J. appl. polym. sci.*, **Vol. 113** (2009) 6, pp. 3891-3895, ISSN: 0021-8995
- [5] Kisilak D., et.al: *Adsorpcija dima s pomočjo uporabe nano-enkapsuliranja. Nanos dišeče aperture s pomočjo uporabe nano-enkapsuliranja*, Ljubljana, Euronitka, (2009) [COBISS.SI-ID [13561110](#)]
- [6] Kisilak D., et. al: *Anti - celulitni efekt na ženskih spodnjih hlačah. Aroma-terapija na ženskih spodnjih majicah*, Ljubljana, Euronitka, (2009) [COBISS.SI-ID [13561366](#)]
- [7] Kisilak D., et. al: *Nanos aperture za izboljšanje spremembe dimenzij po pranju*, Ljubljana, Euronitka, (2009) [COBISS.SI-ID [13561878](#)]
- [8] Kisilak D., et.al: *Navzemanje vonjav na moških spodnjih hlačah s pomočjo nano-enkapsuliranja*, Ljubljana, Euronitka, (2009) [COBISS.SI-ID [13561622](#)]

Acknowledgement

This research was supported by INO-09 project funded from the Ministry of Higher Education, Science and Technology & Public Agency for Technology of the Republic of Slovenia.

KONSTRUKCIJA WETLAND SUSTAVA - DOPRINOS RJEŠAVANJU PROBLEMA OTPADNIH VODA MALIH INDUSTRIJSKIH POGONA

CONSTRUCTED WETLAND SYSTEMS – CONTRIBUTION TO SOLVING THE ISSUES OF SMES' WASTEWATER MANAGEMENT

Đurđica PARAC-OSTERMAN; Ana SUTLOVIĆ & Vedran ĐURAŠEVIĆ

Sažetak: Ulaskom u Europsku uniju mali pogoni (eng. SME) s neriješenim sustavom zbrinjavanja otpadnih voda susrest će se s brojnim problemima vezanim uz sve strožu legislativu. Da bi se izbjegao ovakav slijed, prvi je korak svakako izbor učinkovitih, a ekonomski ostvarivih sustava pročišćavanja. U ovom radu prikazan je pristup rješavanju problema otpadnih voda primjenom CW (Constructed Wetland) sustava. Na temelju brojnih ispitivanja provedenih u Zavodu za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju TTF-a (EUREKA Project E! 2983 TEXTILWET) i svjetske znanstvene literature istaknute su prednosti i nedostaci primjene te metode za različite industrijske pogone, pristup realizaciji CW, te učinkovitost za uklanjanje različitih onečišćivača, npr. bojila, teških metala, pesticida, sredstava za osobnu higijenu, lijekova i sl. Obzirom da se za biološko pročišćavanje primjenom CW sustava mogu koristiti lako dostupni, jeftini resursi kao što su piljevina, kora drveta, šljunak, pijesak, pluto, uz dobar učinak pročišćavanja otpadnih voda koje se ispuštaju u prirodne vodonosnike, takvi sustavi zasigurno predstavljaju jedno od rješenja zbrinjavanja otpadnih voda malih pogona.

Abstract: The integration of Croatia into the European Union will cause many legal issues to SMEs of unsolved wastewater management issues. Most of the problems will be the result of not conforming to harmonized directives and EU standards as well as the effect of more severe legislation. In order to avoid serious and undesirable events, these issues should be primarily approached by selecting proper, effective, yet economically viable systems of wastewater management. This paper presents Constructed Wetland (CW) as a means of dealing with the issue of wastewater management. Based on the available scientific literature and numerous investigations carried out at the Department of Textile Technology and Ecology (EUREKA Project E! 2983 TEXTILWET), advantages and disadvantages of applying the method for wastewaters of different industrial origins are presented in the paper. Effectiveness of CW system in eliminating pollutants such as dyes, heavy metals, pesticides, PPCPs (pharmaceuticals and personal care products) and medication are investigated. The biological treatment of wastewater, such as CW, is characterized by processes of biosorption in which various cheap and easily accessible adsorbents may be used. The list includes gravel of varying grain size, sand, sawdust, tree-bark, cork etc. CW system, in which proper adsorbents are combined in order to achieve increased biosorption, is considered a viable and effective wastewater treatment method.

Ključne riječi: wetland, otpadne vode, biosorpcija, zagađivači

Keywords: wetland, waste water, bio-sorption, pollutants

1. Uvod

Povijesno gledano, ideja o uporabi močvarnih, vlagom zasićenih tala (wetlanda) u cilju pročišćavanja otpadnih voda nije nova ideja. Tisućama godina ranije, prirodna su wetland područja koristili Egipćani i Kinezi kako bi pročistili svoje „efluente“. No prvi tzv. constructed wetland, odnosno primjenski wetland, pojavljuje se tek 1904 god. u Australiji, te u Europi 1950., a podrazumijeva botaničko pročišćavanje otpada. Amerikanci započinju svoja istraživanja na tu temu 70-ih godina prošloga stoljeća.

Danas je uvriježeno mišljenje kako se radi o ekonomičnom načinu tretiranja otpadnih efluenata uz signifikantno snižavanje koncentracije suspendiranih krutih čestica, BPK₅ vrijednosti, KPK vrijednosti, snižavanje koncentracije dušika, fosfora te koliformnih bakterija (čak do 98%). Jednostavnost primjene i nadogradivost čine ih prikladnim za obradu otpadnih voda malih zajednica, odnosno kućanstava. Zahtijevana mala količina energije i radne snage čini ih prikladnim za nerazvijena i ruralna područja [1-3].

Sve šira primjena CW sustava rezultat je, prije svega, njihove dobre učinkovitosti za uklanjanje različitih onečišćivača: proizvoda farmaceutske industrije i proizvoda za osobnu higijenu (eng. Personnel Protective Cosmetics Products - PPCPs), pesticida, teških metala, bojila i dr. [4].

Što se rasprostranjenosti tiče, „lider“ u ovakvom načinu pročišćavanja otpadnih voda su SAD i Kanada, sa zabilježenih 176 wetlanda. U sjevernoj je Europi Danska „lider“ s čak 130-ak CW-a, koje koriste u svrhu pročišćavanja komunalnih otpadnih voda. Razvoj takvog načina pročišćavanja otpadnih voda zabilježen je i u istočnoj Europi, posebno Češkoj gdje je u razdoblju od 1989. do 1996. sagrađeno čak 26 sustava koji su zahvaljujući uspješnosti potaknuli izgradnju daljnjih 54 [5]. Posljednjih godina u Hrvatskoj raste interes za CW sustav.

Sve veća primjena Wetland sustava u zadnjih 30 godina rezultat je njegova osnovnog principa – poštivanje bioloških zakona, odnosno održavanje biološke ravnoteže. Primjena CW sustava odnosi se na obradu otpadnih voda malih industrijskih pogona, farma i drugih mjesta gdje drugi načini pročišćavanja nisu isplativi.

2. Princip djelovanja wetland sustava

Pročišćavanje otpadnih voda uporabom Wetland sustava spada u alternativne postupke pročišćavanja, a obzirom na hidrologiju može se realizirati kao čišćenje po površini tla – Free water Surface (FWS), procjeđivanje kroz slojeve tla – Horizontal Sub-Surface water Flow (HSSF), te čišćenje uz okomiti tok vode – Vertical Flow (VF) [4].

2.1 Prirodni wetland sustavi

Wetland, u doslovnom prijevodu mokro, vlažno tlo, funkcionirajući je ekosistem na granici vode i kopna, odnosno zemlje. Obale rijeka, potoka i jezera spadaju u grupu takvih područja. Bare i močvare su, također, tipična „wetland“ područja. Kako bi određeno područje moglo biti wetland, mora imati tipičnu hidrologiju, biljke i tlo [4].

- **Hidrologija** - Kod većine wetland sustava voda povremeno prekriva površinu tla. Čak i kad se wetland čini suhim, ispod površine tlo je natopljeno vodom.
- **Biljke** - Wetland sustav ima posebnu biljnu zajednicu. Biljke wetlanda moraju obavezno imati korijen u vodi i u pravilu ne uspijevaju u unutrašnjosti kopna. Njihovi korijeni su vrlo dobro prilagođeni vodi i zasićenim tlima.
- **Tla** - Wetland područja imaju karakteristična tla. Vlažna, mokra tla su obično siromašna kisikom, što usporava raspadanje mrtve organske tvari. Tla se u pravilu razvijaju u muljevita ili tresetna tla. Ta tla su mokra, tamna, teška i s visokim udjelom organske tvari (15 – 20%).

Ekološka uloga ovih sustava u pročišćavanju otpadnih voda je enormna. Wetland smanjuje sadržaj onečišćivača u površinskim vodama djelujući kao bazeni za taloženje. Nakon pada brzine tečenja otpadne vode dolazi do taloženja suspendiranih čestica koje se smještaju na dnu wetlanda. Ovim procesom talože se onečišćivači kao što su fosfati, pesticidi, teški metali pričvršćeni na čestice. Netopivi i biljkama nedostupni fosfati vežu se s česticama tla i dolazi do precipitacije iz sustava u obliku sedimenta. Dodatni talog prekriva onečišćivače zakopavajući ih i uklanjajući ih iz vode. Kao rezultat dobiva se čistija voda na izlazu iz wetland sustava. Muljevita tla wetlanda imaju velike količine raspadajuće organske materije. Ta organska materija opskrbljuje sustav nabijenim česticama koje privlače i zadržavaju organske molekule kao što su pesticidi. Na taj način organska materija privlači i veže otopljene pesticide na tlo, uklanjajući ih iz vode.

Muljevita wetland tla sadržavaju veliku količinu mikroorganizama. Neki od tih mikroba koriste pesticide i ostalu organsku materiju kao hranu. Neke od biljaka odvajaju teške metale iz otpadnih voda. Najčešće su to vodeni peršin, šaš, vodena leća, lopoč, rogoz, trstika. Sve ove biljke akumuliraju teške metale. Rogoz i trstika također pomažu raspadu organskih onečišćivača [4-7].

2.2 Primjenski wetland sustavi

Primjenski wetland sustavi slični su prirodnim, no osim uobičajenog, *vertikalnog*, toka pročišćavanja otpadne vode, može postojati i pročišćavanje vode uz pomoć pumpi, gdje je tijek vode kroz medij horizontalan (slika 1).

Takvi sustavi najčešće se izvode sustavom tri bazena za pročišćavanje vode u kojima voda teče horizontalno i vertikalno. Vertikalni tok je pri tome diskontinuiran, a horizontalni je kontinuiran [4-7].

Medij u kojem dolazi do pročišćavanja otpadnih voda sastoji se tipično od šljunka i pijeska, kako slijedi u primjeru [4]:

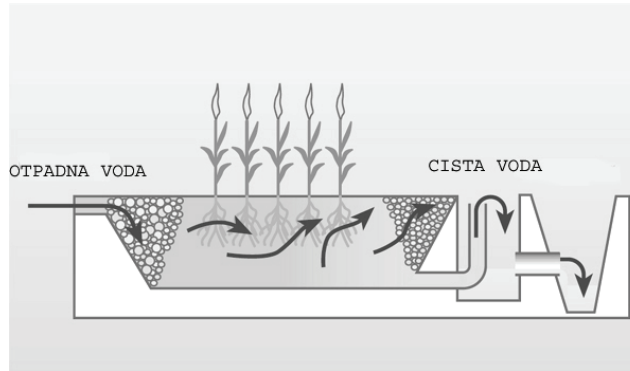
Vertikalni tok:

- 0,10 m šljunka, granulacije 32/64 mm
- 0,50 m grubog pijeska, granulacije 4/8 mm
- 0,15 m šljunka, granulacije 32/64 mm – za potrebe drenaže

Horizontalni tok:

- 0,60 m grubog šljunka, granulacije 4/8 mm
- zona raspoređivanja otpadne vode: šljunak, granulacije 32/64 mm

Osim ovih, koriste se i materijali izraženih apsorpcijskih svojstava kao što su: aktivni mulj, piljevina, lišće, kora drveta, zemlja i dr. Za učinkovitost pročišćavanja sustava i ekonomsku opravdanost primjene pri odabiru adsorbensa važno je voditi računa o geološkom profilu podneblja u kojem se konstruira wetland sustav. Drugi presudni faktor je bioraznolikost, kako u direktnom uklanjanju različitih onečišćenja tako i njihovoj interakciji s bakterijama [4-7].



Slika 1: Primjenski wetland sustav [4]

3. Primjena wetland sustava

Kao što je već naglašeno, obzirom na dobra adsorptivna svojstva u smislu uklanjanja raznih onečišćivača, CW imaju široku primjenu u različitim industrijama: kemijskoj, prehrambenoj, farmaceutskoj, tekstilnoj, posebno u industriji obrade drva, ali i malim farmama te općenito malim pogonima. CW se najčešće koristi kao posljednja faza pročišćavanja [4-7].

Nedostatci ove metode su neželjeno obojenje vode i potreba predobrade sirovina zbog uklanjanja eventualno prisutnog formaldehida [6].

Za upotrebu CW sustava u tekstilnoj industriji posebno je važno dobro uklanjanje bojila, tj. postizanje visokog stupnja obezbojavanja, do 90%, uz zadovoljenje ekoloških parametara kao što su KPK, BPK₅, UOU (Ukupni Organski Ugljik) i dr. [5-7].

U posljednje vrijeme sve više znanstvenih istraživanja otpadnih voda bavi se pročišćavanjem otpadnih voda alternativnim postupcima kao što je wetland sustav, osobito uz primjenu novih, alternativnih adsorbensa velike specifične površine. Naime, biljni ostaci kao što su kore, piljevina, ljuške oraha, čaj, kava, mogu se nakon upotrebe koristiti kao dobri adsorbensi različitih onečišćivača s ciljem pročišćavanja voda biosorpcijom (tab. 1) [6, 7].

Tablica 1: Pregled i karakterizacija procesa u wetland sustavima [4-7]

Karakterizacija otpadne vode - parametar	Na pročišćavanje utječu	Proces
BPK ₅	Stabljike i lišće Korijenje Medij korita (šljunak/pijesak)	Mikrobiološka respiracija Mikrobiološka respiracija Taloženje
Dušik	Lišće Vodne alge Korijenje Tlo Medij korita (šljunak/pijesak)	Lako isparavanje (kao N ₂ i N ₂ O) NO ₃ i NH ₄ ⁺ ⇒ topivi organski dušik Amonijak ⇒ Nitrate Nitrati ⇒ N ₂ , N ₂ O i NH ₄ ⁺ Taloženje
Fosfor	Stabljike i lišće Korijenje Medij korita (šljunak/pijesak)	Mikrobiološka respiracija Mikrobiološka respiracija Unos i adsorpcija

4. Prednosti pročišćavanja CW sustavom

Cilj EUREKA Project E! 2983 TEXTILWET, u suradnji sa slovenskim partnerima, doprinos je sve većoj primjeni takvog sustava pročišćavanju u svijetu i povećanje interesa u Republici Hrvatskoj. Prednost ovog sustava je:

- Inovativni pristup pročišćavanju obojenih otpadnih voda, npr. otpadnih voda tekstilne industrije
- Financijska opravdanost ⇒ Mala početna ulaganja, niska potrošnja energije, manja potreba za radnom snagom
- Pročišćavanje, recikliranje i ponovna upotreba vode na licu mjesta
- Mogućnost pripreme, konstrukcije i izgradnje ovisno o karakteristikama otpadnih voda [1-7].

5. Zaključak

Istodobno s razvojem naprednih postupaka, koji se još nazivaju i uobičajeni (konvencionalni) postupci pročišćavanja, istražuju se i primjenjuju alternativni postupci čišćenja otpadnih voda – „prirodni postupci“ čišćenja bliski postupcima samočišćenja vode (CW). Prednost primjene tih sustava je što zahtijevaju manje opreme, troše manje energije, a jednostavniji su u pogonu i održavanju.

Ovi postupci temelje se na „nižoj tehnologiji“, za razliku od visoko razvijenih, uobičajenih postupaka, no to ne znači da je učinak čišćenja drugačije ili odgovarajuće tehnologije nizak. Dapače, u određenim slučajevima postupak čišćenja alternativnim metodama vrlo je visok i u potpunosti zadovoljava granične uvjete za ispuštanje u okoliš.

Obzirom na geografske karakteristike, ekonomsku situaciju i ekološke imperitive, CW sustavi svakako imaju primjenu u područjima s brojem stanovnika manjim od 2000, odnosno za obradu otpadnih voda malih industrija, farma te kućanstava.

Literatura

- [1] Parac-Osterman, Đ. & Đurašević, V.: Biological Treatment Of Coloured Waste Water Using Wetland System, *Proceedings of 5th International Istanbul Textile Conference. Istanbul, CD, (2005)*
- [2] Parac-Osterman, Đ., Sutlović, A. & Đurašević, V.: Study Of Purifying Textile Waste Water In Wetland System, *Proceedings of AUTEK. Raleigh, SAD, CD, (2006)*
- [3] Parac-Osterman, Đ.; Đurašević, V.; Sutlović, A. & Griessler Bulc, T. : Use of Wetland for Dye-house Waste Waters Purifying Purposes. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*. 1, 101-106, (2007)
- [4] Kaldec, R. H. & Wallace, D. S.: *Treatment Wetlands*, Taylor&Francis Group, ISBN 978-1-56670-526-4, New York, (2008)
- [5] Matamoros, V. & Bayona, J. M.: Behaviour of emerging pollutants in constructed wetlands. An overview, *3rd Wetland Pollutant Dynamics and Control – WETPOL2009*. 117-118, Barcelona, (2009)
- [6] Bailey, S. E.: A review of potentially low-cost sorbents for heavy metals. *Water Res.*, 33 (11), 2469-2479 (1999)
- [7] Robinson, T.; Chandran, B. & Nigam, P. Removal of dyes from a synthetic textile dye effluent by biosorption on apple pomace and wheat straw. *Water Res.*, **Vol.36** (11), 2824-2830 (2002)

UV ZAŠTITA PRIMJENOM NANOTEHNOLOGIJE

NANOTECHNOLOGY FOR UV PROTECTION

Roshan PAUL; Jose Maria BOTET; Daniel PALET; Eudald CASALS; Lorena GARCIA-FERNANDEZ; Lorenzo BAUTISTA; Meritxell DELAVARG; Feliu MARSAL & Victor PUNTES

Sažetak: Pamučni materijal je predobrađen s umreživačem koji sadrži dvije karboksilne skupine. Prva karboksilna skupina tvori kovalentnu estersku vezu s hidroksilnom grupom celuloze, dok druga karboksilna grupa može elektrostatskim interakcijama vezati čestice TiO_2 . Tako predobrađeni pamučni materijal je impregniran u vodenoj suspenziji TiO_2 . Primijenjene su obje faze TiO_2 – tzv. anatase i rutil faza u omjerima 3:1 and 1:3. U radu je prikazano da su nano čestice TiO_2 ostale netaknute na površini pamučnog materijala, čak i nakon pranja, što potvrđuje dobru adheziju između nanočestica i površine vlakna. Visoka UPF (UV Protection Factor) vrijednost 50+ je izmjerena na svim uzorcima i nakon provedenog pranja.

Abstract: Cotton fabrics were pre-treated with a linking agent with two free carboxylic acid groups. The first carboxylic acid group forms a covalent ester bond with a hydroxyl group of cellulose, while the second one can anchor TiO_2 by electrostatic interaction. These pre-treated cotton fabrics were further coated with aqueous TiO_2 suspension. Both the anatase and rutile phases of TiO_2 , as well as their 3:1 and 1:3 mixtures were used in the study. It was found that the TiO_2 nanoparticles were intact on cotton surface even after the launderings, showing good adhesion of the nanoparticles to the fabric surface. Further, the UPF (UV Protection Factor) values of the coated samples were also measured before and after launderings. It was found that even after the launderings, a high UPF value of 50+ was measured for all the samples.

Ključne riječi: nanotehnologija, UV zaštita, TiO_2 , pamuk

Keywords: nanotechnology, UV protection, TiO_2 , cotton

1. Introduction

Nanofilms of TiO_2 are deposited on heat resistant surfaces like glass and silica at very high temperatures to achieve the properties like self cleaning, antimicrobial properties, UV protection, etc. [1]. But the textile materials like cotton are having poor heat resistance and so alternate methods are being tried [2-4]. Sun protection creams and textiles are common choices to protect against UV radiation, although UV radiation also weathers and degrades textiles. So many UV blocking agents are now being developed to add or to improve the UV protection function of the textiles [5]. There are both organic and inorganic UV blockers, but the inorganic ones are preferred due to their properties like non-toxicity, chemical stability under UV radiation, etc. [6, 7]. In the present work, we have attempted to develop cotton fabrics with high UV protection by coating it with TiO_2 nanoparticles.

2. Experimental

EMPA 210, a plain weave cotton fabric bleached without optical brightener and EMPA 135, a plain weave cotton fabric dyed with C.I. Reactive Blue 225 were used in this study. The following chemicals are used: titanium (IV) oxide, anatase (Aldrich 99.7%), titanium (IV) oxide, rutile (Aldrich 99.5%), succinic acid (Fluka) and sodium hypophosphite (Fluka).

The cotton samples were immersed in aqueous solution of succinic acid in presence of sodium hypophosphite as catalyst for 1 hr. After drying, the samples were cured. Aqueous titanium (IV) oxide suspension was prepared and sonicated for 30 min. Both, the anatase and rutile forms of TiO_2 as well as their mixtures, 3:1 and 1:3, respectively, were used. The cotton samples loaded with the *linking agent* were immersed into this aqueous suspension of TiO_2 and heated. After drying, the unbound TiO_2 was washed out. The nano-finished fabric samples were given 10 cycles of home laundering in order to assess the durability of the finishing.

The characterisation of the samples was done using Scanning Electron Microscopy (SEM), Transmission Electron Microscopy (TEM), Atomic Force Microscopy (AFM) and Energy Dispersive X-ray Microanalysis (EDX). Furthermore, the UPF values of the nano-finished fabric samples were measured on a Labsphere UV Transmittance Analyzer.

3. Results and discussion

The effect of reactive dyes as well as laundering on the durability of the nanocoatings applied to cotton fabrics as well as their level of ultraviolet protection was studied. In all nano-finished fabrics, the variation of the concentration of nanoparticles between undyed and dyed fabrics resulted to be insignificant, while showing a lesser effect of the dyeing process. Comparison is also made between the unwashed as well as the fabrics submitted to ten cycles of home laundering. A slight decrease of the quantity of anatase nanoparticles after laundering is observed, although in both cases there was an important presence of TiO₂ nanoparticles. So it is deduced that in these fabrics, the union between nanoparticles and free groups of the cotton is strong enough to withstand these 10 cycles of laundering.

Likewise, the fabrics which were nano-finished with rutile crystalline phase of TiO₂ showed analogous behaviour after dyeing and laundering to the anatase nano-coated cotton fabrics. (Figure 1).

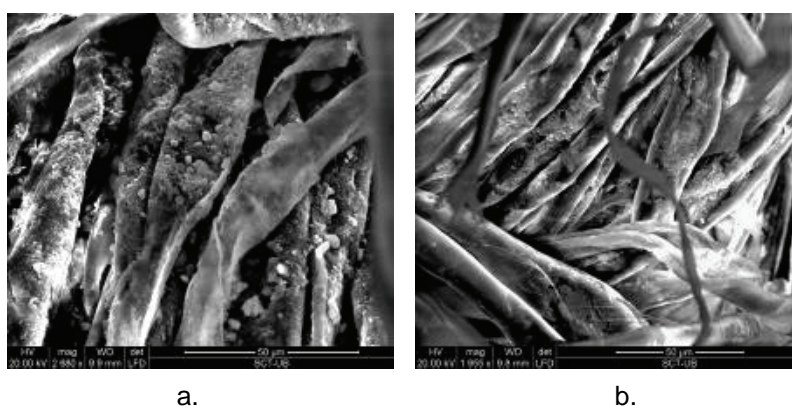


Figure 1: SEM images of nano-finished cotton samples (TiO₂ - rutile phase): a) undyed-unwashed, b) after ten cycles of home laundering.

Comparing the two TiO₂ nanocoatings, no significant differences were not noticed between the anatase and rutile phase, because the functional group that was linked with the cotton was present in the same way in both the phases. In spite of this similarity of chemical behaviour, one may highlight the difference of physical behaviour such as absorption of UV rays; as it will be shown latter and according to Yang et al. [6], a greater absorption of UV rays has been found for the rutile phase.

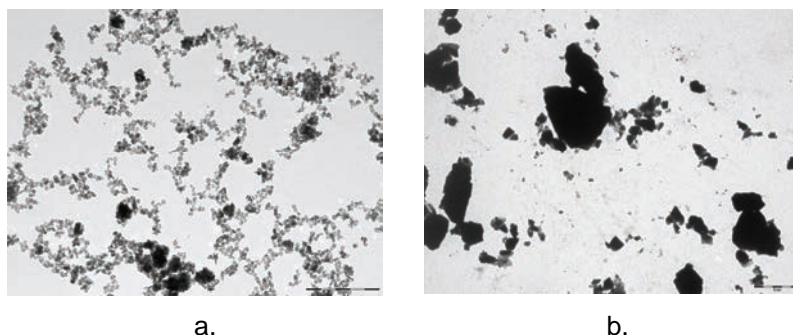


Figure 2: TEM images of nano-finished cotton samples: a) undyed-unwashed, b) after ten cycles of home laundering.

Figure 2 shows the TEM image of unwashed and washed samples of bleached cotton fabric. These nanoparticles showed a nanometric distribution, with particle sizes of 20-80 nm, with an average size of 40 nm. Besides, some areas of agglomeration were observed. In the characterization of the same fabric after 10 cycles of laundering (right), the presence of bigger agglomerates was observed although it showed a nanometric size distribution of particles. This fact may be associated to the effect of laundering. From this characterization, it can be stated that even after 10 cycles of laundering, the presence of nanoparticles was still significant.

A study of the superficial topography of the samples has been carried out by Atomic Force Microscopy (Figure 3). The AFM is a type of microscopy that can reach fractions of nanometer adding information about the rugosity of the surface at a nanometric scale. For TiO₂- finished cotton fabrics, a homogeneous distribution of the nanoparticles was observed. Observing the top and central images, it could be deduced that the effect of laundering hardly alters the rugosity of the surface. However, comparing these two images with the bottom one, a greater change in the rugosity, probably due to the presence of the dye, was noticed.

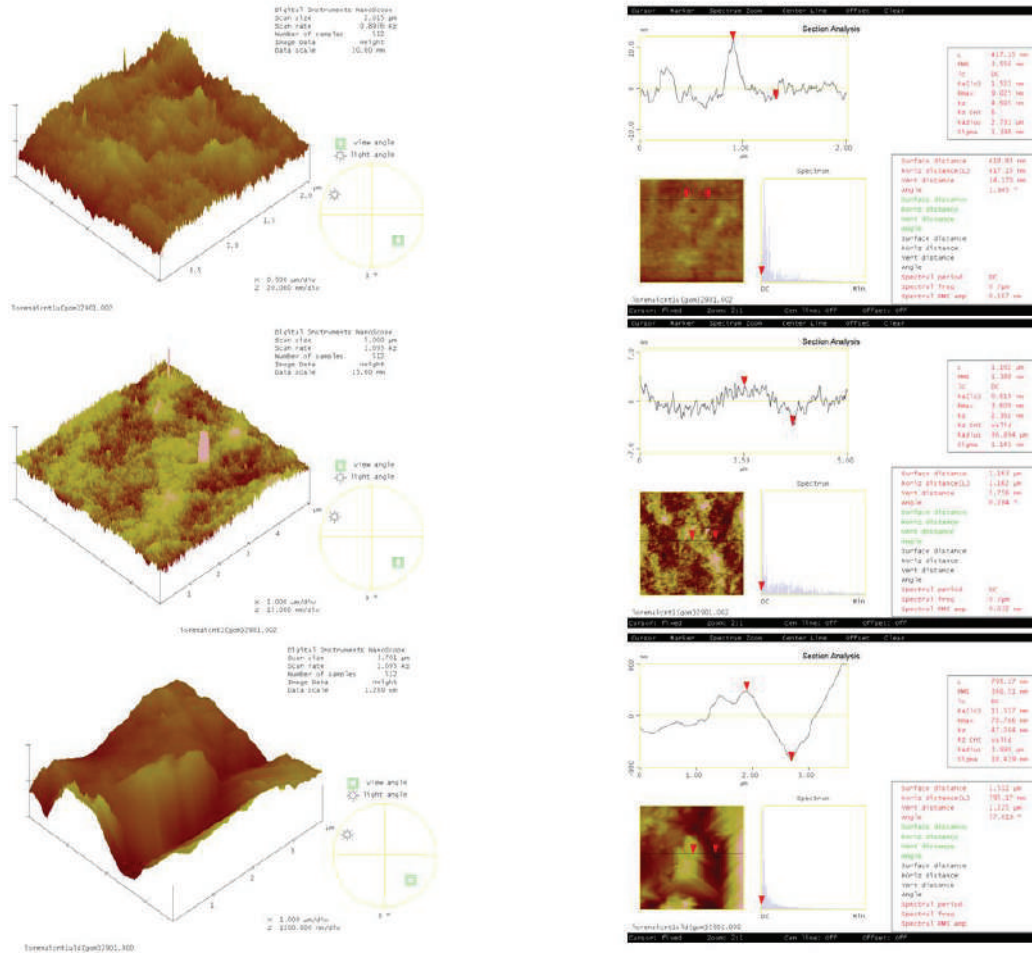


Figure 3: AFM of the nano-finished fabrics: undyed-unwashed (top), undyed-washed (centre) and dyed-unwashed (bottom).

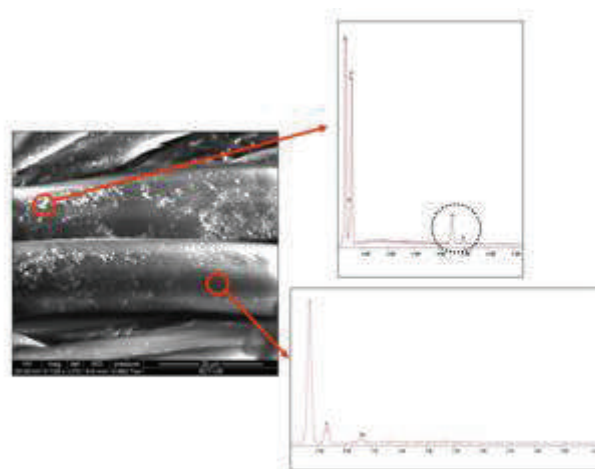


Figure 4: EDX of dyed and laundered cotton fabrics, analysing a section containing nanoparticles (top) and without nanoparticles (bottom). The peaks corresponding to presence of Ti are circled.

After carrying out the microanalysis through EDX (Figure 4) the presence of nanoparticles was confirmed in all samples. Figure 4 presents the SEM image and the EDX analysis of the dyed-washed cotton sample nano-finished with the TiO₂ anatase phase. In this way, it was possible to presume that the processes of dyeing or laundering do not affect the presence of nanoparticles on the surface of the fabrics.

The results presented in Table 1 indicate that all samples treated with nanoparticles exhibited UV protection capacity before and after 10 cycles of laundering.

Table 1: UPF values of the unwashed and washed fabric samples before and after 10 cycles of home laundering

Samples	Bleached		Dyed	
	Unwashed	Washed	Unwashed	Washed
Control	8.85	-	15.22	-
Anatase (A)	50+	50+	50+	32.97
Rutile (R)	50+	50+	50+	50+
A:R - 3:1	50+	50+	50+	50+
A:R - 1:3	50+	50+	50+	50+

The undyed and dyed control samples showed an UPF value of 8.85 and 15.22, respectively, whereas the nano-finishing has resulted in 50+ UPF values for all the samples, except for the dyed and washed anatase sample. This further concludes that the rutile phase is better for the UV protection. Even though there was a reduction in the load of nanoparticles on the fabric surface after laundering, the UPF values were not affected, indicating the effectiveness of the coating procedure.

4. Conclusions

Nano-finishing of bleached as well as reactive dyed cotton fabrics resulted in higher UPF values. The undyed fabrics showed better loading of nanoparticles, as compared to the dyed ones. Likewise, the rutile crystalline phase was found to be more effective for the UV protection. Even though there was a reduction in the loading of nanoparticles on the fabric surface after laundering, the UPF values were not affected, indicating the effectiveness of the applied coating procedure.

References

- [1] Mills, A., et.al: *Journal of Photochemistry and Photobiology A. Chemistry*, **Vol. 151** (2002) 1-3, pp. 171, ISSN 1010-6030
- [2] Daoud, W.A. & Xin, J.H.: *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, **Vol. 29** (2004) 1, pp. 25, ISSN 0928-0707
- [3] Bozzi, A. et.al: *Journal of Photochemistry and Photobiology A. Chemistry*, **Vol. 174** (2005) 2, pp. 156, ISSN 1010-6030
- [4] Meilert, K.T., Laub, D.; Kiwi, J.: *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **Vol. 237** (2005) 1-2, pp 101, ISSN 1381-1169
- [5] Reinert, G.: *Textile Chemist and Colorist*, **Vol. 29** (1997) 12, pp 36 ISSN 0040-490X
- [6] Yang, H.; Zhu, S. & Pan, N.: *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol. 92** (2004) 5, pp. 3201, ISSN 0021-8995
- [7] Ohno, T., et.al: *Journal of Catalysis*, **Vol. 203** (2001) 1, pp. 82, ISSN 0021-9517

KARAKTERIZACIJA PAMUČNOG PLETIVA POMOĆU ZETA POTENCIJALA

CHARACTERIZATION OF COTTON KNITTED FABRIC USING ZETA POTENTIAL

Irena PETRINIĆ; Romana PETROVIĆ; Tanja PUŠIĆ & Thomas LUXBACHER

Sažetak: *Naboj površine većine tekstilnih vlakana u neutralnim je vodenim otopinama negativan. Intervencija na površinu tekstilnog materijala u svrhu modifikacije i postizanja boljih uporabnih svojstava utječe na naboj površine. U ovom radu istražena je prihvatljivost veličine elektrokinetičkog potencijala, izmjenog metodom potencijala/struje strujanja na instrumentu SurPass, Anton Paar, Graz, Austrija, za karakterizaciju površine pamučnog pletiva u predobradi i apreturi. Zeta potencijal izmjeren na instrumentu SurPass pokazao se vrlo elegantnom i prihvatljivom veličinom za karakterizaciju obrađenih pamučnih pletiva.*

Abstract: *Most textile fibers in neutral aqueous solutions exhibit a negative surface charge. The modification of textile materials, mostly performed in order to obtain better service properties, influences the surface charge. The applicability of electrokinetic parameter, zeta potential, measured by the streaming current/potential method using the SurPass instrument manufactured by Anton Paar, Graz, Austria, for surface characterization of pre-treated and finished cotton knitted fabrics has been investigated. The zeta potential, as measured by the SurPass analyzer, has proved to be an elegant and convenient parameter for the characterization of treated cotton knitted fabrics.*

Ključne riječi: *potencijal/struja strujanja, pamučno pletivo*

Keywords: *streaming current/potential, cotton knitted fabric*

1. Uvod

Elektrokinetički potencijal, poznatiji kao zeta potencijal, značajna je veličina u okviru elektrokinetičkih pojava. Potječe od akumulacije električnog naboja na granici faza čvrsto/kapljevito. Ovisi o svojstvima čvrste površine i kapljevine koja ju okružuje. Osigurava informaciju o naboju i adsorpcijskim karakteristikama čvrstih površina. Primjenjuje se u različitim područjima temeljnih znanstvenih istraživanja u fizici, kemiji i biologiji, kao i za istraživanja tehnoloških procesa.

Zeta potencijal donedavno je određivan pomoću elektrokinetičkog analizatora, gdje je ta veličina mjerena isključivo pomoću metode potencijala strujanja. Jedan od takvih instrumenata bio je elektrokinetički analizator, „EKA” koji je proizvodila tvrtka Anton Paar GmbH, Graz, Austrija. U tom slučaju određuje se prividni zeta potencijal koji se temelji na jednadžbi po Helmholtz-Smoluchowskom, što znači da se izmjereni potencijal strujanja odnosi na specifičnu električnu vodljivost otopine elektrolita. Korekcija prema Fairbrother-Mastin modelu uzima u obzir specifičnu električnu vodljivost čvrste površine.

Nekoliko godina iskustva u primjeni elektrokinetičkog uređaja „EKA” rezultiralo je razvojem novog instrumenta [1]. Određivanje zeta potencijala pomoću elektrokinetičkog analizatora „SurPASS” temelji se na mjerenju potencijala strujanja i struje strujanja. Kod obje tehnike pokretačka snaga je razlika tlakova. Zeta potencijal može se računati pomoću dvije metode; jedna je primjenom već spomenute Helmholtz-Smoluchowski aproksimacije na način da se zeta potencijal određuje na temelju geometrije mjerne ćelije, odnosno protočnog kanala [2].

Realni zeta potencijal može se mjeriti zahvaljujući karakteristikama „SurPASS” instrumenta koji se smatra suvremenom opremom za karakterizaciju površine čvrstih tvari. Prije razvoja tog instrumenta bilo je moguće mjeriti samo prividni zeta potencijal. Podaci o realnom zeta potencijalu stoga se teško mogu naći u literaturi.

Modifikacija tekstilnih materijala provodi se u svrhu lakše obrade i postizanja željenih svojstava. U procesima predobrade uklanjaju se primjese u svrhu postizanja hidrofilitnosti i bjeline. Nakon predobrade slijedi bojadisanje i omekšavanje, te apretura ako se želi postići funkcionalnost tekstilnih materijala [3].

U ovom radu istražena je prihvatljivost zeta potencijala izmjenjenog na instrumentu SurPass, Anton Paar, Graz, Austrija, za karakterizaciju površine pamučnog pletiva u predobradi.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Materijal i obrade

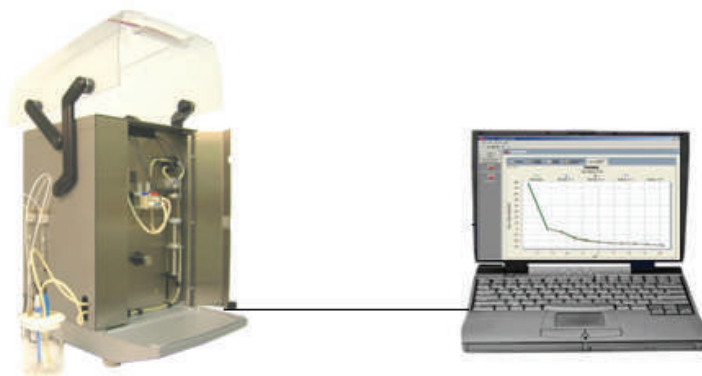
U tab. 1 prikazane su karakteristike pamučnog pletiva iz Tovarne Beti Pletiva d.o.o. Sirova pletiva bijeljena su vodikovim peroksidom u predobradi. Bojadisana su reaktivnim bojilima i oplemenjena protiv skupljanja omekšivačem na bazi modificiranog poliuretana tvrtke Textilcolor AG.

Tablica 1: Oznake, karakteristike i sredstva za predobradu i oplemenjivanje pamučnih pletiva

Oznaka	Karakteristike	Sredstvo
5353_S	sirov	-
5353_B	bijeljen	VODIKOV PEROKSID
5353_P	bojadisan	BEZAKTIV ROT S-2B , 0,0016 % BEZAKTIV BLAU S-FR 150 %, 0,024 %
5353_M	Bojadisano, omekšano i priređeno za apreturu	SOFTYCON WHP, 3 %

2.2 Metode

“SurPASS” elektrokinetički analizator (sl. 1) omogućava istraživanje elektrokinetičkih pojava na granici faza čvrsto/kapljevito, pri čemu čvrste tvari mogu biti gotovo svih oblika i veličina. Kontroliran je isključivo preko PC-a s Microsoft Windows® softverom „VisioLab za SurPASS”, koji pomaže u podešavanju mjernih parametara. Na temelju izmjerenih veličina automatski se izračuna zeta potencijal, a rezultati iskazuju tablično i grafički. Poseban dizajn i operativni sustav omogućavaju jednostavnost pri rukovanju.

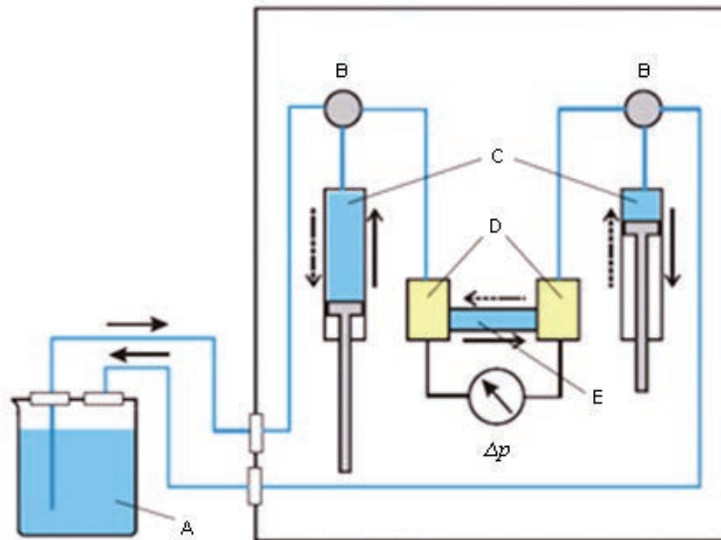


Slika 1: Elektrokinetički analizator SurPASS

Vodena otopina elektrolita protječe kroz mjernu ćeliju koja sadrži kruti uzorak. Kanal između ravnih krutih površina podešen je tako da pruža otpor protoku, čime se generira razlika tlakova između ulaza i izlaza iz mjerne ćelije. Protok elektrolita omogućen je pomoću dvojnog sustava pumpi koji izaziva separaciju naboja pri usmjerenom protoku uzduž mjerne ćelije. Parametri se detektiraju pomoću mjernih glava koje su spojene na ulaz/izlaz elektrolita u odnosu na mjernu ćeliju [4].

Mjerna glava se sastoji od senzora tlaka i Ag/AgCl ili platinskih elektroda, koje služe za mjerenje potencijala strujanja, struje strujanja i električnog otpora. Izmjerene vrijednosti Δp (razlika tlaka uzduž mjerne ćelije) i ΔU (potencijal strujanja) ili ΔI (struja strujanja) su potrebne za izračun zeta potencijala.

Tijekom mjerenja povećava se tlak kontinuirano i alternativno u oba protočna smjera, pri čemu se registriraju Δp i ΔU ili ΔI . Mjerenje temperature, vodljivosti i pH osiguravaju preciznu kontrolu uvjeta mjerenja u otopini elektrolita. Sl. 2 prikazuje cirkulaciju elektrolita u instrumentu „SurPASS”.

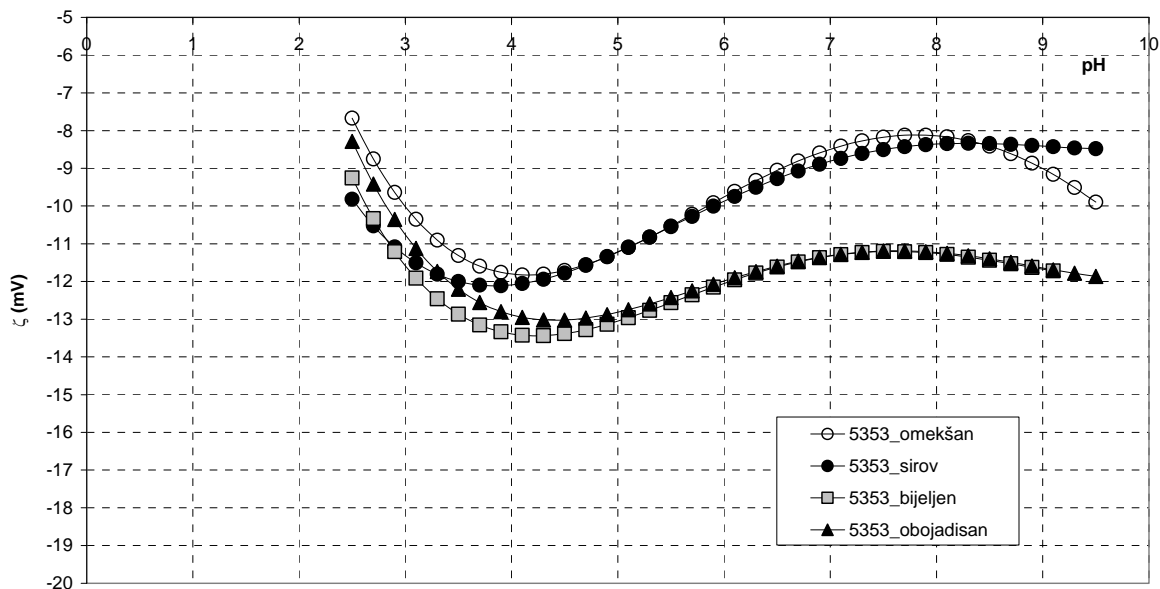


A) posuda s otopinom elektrolita, B) ventili, C) lijevi i desni klip za transport elektrolita (100 mL), D) lijeva i desna mjerna glava sa sensorima tlaka i elektrode, E) mjerna ćelija s uzorkom.

Slika 2: Cirkulacija elektrolita u instrumentu „SurPASS“ [4]

3. Rezultati i rasprava

Rezultati mjerenja zeta potencijala pamučnih pletiva na uređaju SurPass u ovisnosti o pH otopini elektrolita (1 mmol/l KCl) prikazani su na sl. 3.



Slika 3: Zeta potencijal sirovog, bijeljenog, bojadisanog i omekšanog pamučnog pletiva u ovisnosti o pH otopini 1 mmol/l KCl

Prikazani su rezultati mjerenja dobiveni za sirovo, bijeljeno, bojadisano i bojadisano omekšano pamučno pletivo. Sirov uzorak je hidrofoban i ima najmanje negativan potencijal u alkalnom području. Hidroksilne skupine prekrivene su hidrofobnim primjesama, voskom, pektinima i dr., koje onemogućavaju njihovu disocijaciju u alkalnom području.

Proces bijeljenja vodikovim peroksidom osigurava bolju hidrofilitnost i stupanj čistoće, što rezultira negativnijim zeta potencijalom u cijelom pH području u odnosu na sirovi. Hidrofilitnost je povećana radi bolje

dostupnosti hidroksilnih i karboksilnih skupina bijeljenog pamučnog vlakna. Bojadisanje pamučnog pletiva reaktivnim bojilima ne utječe na promjenu potencijala u alkalnom području. U kiselom pH području uočavaju se vrlo male razlike.

Bojadisano pletivo nakon obrade omekšivačem ima znatno manje negativan potencijal u odnosu na bojadisano. Omekšivač je specifično orijentiran, čime se površina pamučnog pletiva blago hidrofobira i postiže mekan opip. Krivulja zeta potencijala gotovo je identična sirovom pamučnom pletivu, što potvrđuje smanjenje hidrofilnosti nakon omekšavanja.

4. Zaključak

Sirovo pamučno pletivo INTERLOCK ima nisku dostupnost funkcionalnih skupina na površini zbog prisutnih primjesa te ima manje negativan zeta potencijal od bijeljenog i bojadisanog. Proces bijeljenja vodikovim peroksidom daje formaciju novih skupina na površini uzorka, pa je zeta potencijal negativniji u odnosu na sirovi. Krivulje zeta potencijala bijeljenog i bojadisanog gotovo su identične, uz male razlike u kiselom području. Omekšavanjem se površina bojadisanog pletiva hidrofobira, što jasno pokazuje krivulja zeta potencijala.

Literatura

- [1] Grancarić, A. M. et al.: Electrokinetic behaviour of textile fibers, *Polimeri*, **Vol. 23** (2002), 6, 121-128, ISSN 0351-1871
- [2] Bach, E., E. Schollmeyer: Vergleich des alkalischen Abkochprozesse mit der enzymatischen Entfernung der Begleitsubstanzen der Baumwolle, *Textilpraxis Int.* (1993) 220-225, ISSN 0340-5082
- [3] Grancarić, A. M., Pušić, T., Tarbuk, A.: Enzymatic Scouring for Better Textile Properties of Knitted Cotton Fabrics, *Journal of Natural Fibres*, **Vol. 3** (2006) 2/3, 189-197, ISSN 1544-0478
- [4] Instruction Manual SurPASS Electrokinetic Analyzer, Anton Paar GmbH, Graz, Austria, (2007)

Zahvala

Ministarstvu znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske i AARS za financijsku potporu EUREKA projektu E!4178 APTEX „Improving the Application and Durability of Surface Functionalization on Textile Fabrics“.

ZETA POTENCIJAL MIKROKAPSULIRANIH TEKSTILNIH MATERIJALA

ZETA POTENTIAL OF MICROENCAPSULATED TEXTILE MATERIALS

Tanja PUŠIĆ; Vinko BARIŠIĆ; Irena PETRINIĆ & Thomas LUXBACHER

Sažetak: Funkcionalizacija tekstilnih materijala provodi se u svrhu postizanja specijalnih svojstava i povećavanja uporabne vrijednosti. U posljednje vrijeme proširio se spektar spojeva, a posebno su aktualne mikrokapsule uz dodatak odgovarajućih aditiva prema efektu koji se želi postići. S obzirom na visoku cijenu mikrokapsula, poglavito ako su dobivene iz prirodnih izvora, važno je optimirati postupak u svrhu postizanja visoke postojanosti na različite utjecaje. Karakterizacija površina tekstilnih materijala u koje su ugrađene mikrokapsule može se provesti različitim metodama. U ovom radu istražena je prihvatljivost elektrokinetičke metode i potencijala strujanja za karakterizaciju postojanosti mikrokapsula za ovlaživanje kože.

Abstract: Functionalization of textile materials is performed in order to obtain special and high-service properties. The spectra of possible agents have been extended recently; microcapsules with proper additives depending on the desired effect have gained popularity. It is important to optimize the process in order to obtain high resistance to various influences, especially since microcapsules, particularly those from natural sources, are quite expensive. Surface characterization of encapsulated textile materials can be performed applying various methods. Applicability of electrokinetic methods and streaming potential for characterization of microcapsules with moisturizing effect has been studied in this paper.

Ključne riječi: poliamid, mikrokapsule, zeta potencijal, potencijal strujanja

Keywords: polyamide, microcapsules, zeta potential, streaming potential

1. Uvod

Konvencionalne tekstilije ciljano se projektiraju modno i svrsishodno tako da štite kožu i tijelo, osiguravaju toplinu, udobnost i sl. U posljednje vrijeme provode se intenzivna istraživanja na problematici funkcionalizacije tekstilija u svrhu postizanja specijalnih svojstava i povećavanja uporabne vrijednosti [1,2]. Spektar proizvoda je širok i raznolik, a pozornost je u posljednje vrijeme usmjerena na mikrokapsule uz dodatak odgovarajućih aditiva, ovisno o efektu koji se želi postići. Primjena mikrokapsula u tekstilstvu prihvaćena je u *wellness* pristupu koji se temelji na dobrom osjećaju osobe u određenim životnim situacijama i prilikama.

Mikrokapsule su pogodne jer kontrolirano otpuštaju sastojke, pri čemu mogu djelovati terapijski ili kozmetički na kožu. Vrste koje sadrže aktivne prirodne sastojke - poput ruže, mente, aloe vere, vitamina E - mogu se primijeniti u procesima impregnacije, naslojavanja, prskanja, iscrpljenja iz kupelji, u tiskanju ili tijekom ispiranja u strojnom pranju. Neovisno u kojoj se procesnoj fazi primjenjuju, potrebno je dodati komponente koje doprinose kvaliteti procesa [3,4]. Neophodan je dodatak bindera koji ima ulogu fiksiranja mikrokapsula i zadržavanja u pranju. Poboljšanje postojanosti na pranje i životnog vijeka mikrokapsula može se postići upravo odabirom odgovarajućeg bindera [5]. Dinamika otpuštanja aktivne tvari iz mikrokapsula ovisi o strukturi vlakna, stupnju kristaliničnosti, poprečnom presjeku i poroznosti. Visoke koncentracije tih spojeva mogu se taložiti u kupelji za obradu. S obzirom na visoku cijenu mikrokapsula, poglavito ako su dobivene iz prirodnih izvora, važno je optimirati postupak u svrhu postizanja visoke postojanosti na različite utjecaje.

Obrada tekstilnih materijala u svrhu modifikacije i poboljšanja uporabnih svojstava utječe na naboj površine. Karakterizacija površina tekstilnih materijala u koje su ugrađene mikrokapsule može se provesti različitim metodama. U ovom radu istražena je prihvatljivost elektrokinetičke metode i potencijala strujanja, na instrumentu SurPASS, Anton Paar, Graz, Austrija. Istražena je prihvatljivost veličine zeta potencijala za kontrolu otpuštanja mikrokapsula u pranju. Alkalna kupelj, mehaničko djelovanje i povišena temperatura mogu utjecati na ubranu dinamiku otpuštanja mikrokapsula. Stoga je važno optimirati procesne parametre u pranju u svrhu poboljšanja trajnosti i postojanosti obrada.

Istraživanje je usmjereno na tekstilni proizvod, ženske hulahop čarape od mješavine poliamidnih i elastanskih vlakana koje su obrađene mikrokapsulama koje sadrže monoi kremu (na bazi kokosova ulja) kao aktivni sastojak za ovlaživanje kože, sl. 1.



Slika 1: Hulahop čarape tvornice čarapa Jadran, brand Effecto-Hydro za ovlaživanje kože

2. Eksperimentalni dio

2.1 Materijal i obrade

Istraživanje je provedeno na ženskim hulahop čarapama, proizvođača Jadran, izrađenim od mješavine poliamidnih (PA 6,6, w=90%) s elastanskim vlaknima (EL, w=10%). Mikrokapsule su primijenjene u procesu bojadisanja kiselim bojilima da bi se postigli postojani efekti. Aktivne komponente dodane su ciljano i postepeno. Prirodna komponenta A na bazi kokosova ulja, namijenjena za trenutačno djelovanje, dodana je u kupelj za obradu na temperaturi 50 °C u vremenu 2 minute. Nakon toga je uslijedila obrada na temperaturi 50°C tijekom 20 minuta mikrokapsulama (komponenta B) za postizanje postojanijeg efekta ovlaživanja. Koncentracija komponente B je za 25 % manja u odnosu na komponentu A. Omekšivač i specijalni binder dodani su u posljednju kupelj, a obrada je trajala tijekom 20 minuta.

Prethodna istraživanja pokazala su da optimalni maseni udio mikrokapsula za postizanje efekta ovlaživanja iznosi 3 % [4]. U svrhu ispitivanja postojanosti obrade na pranje odabran je tekući komercijalni deterdžent u koncentraciji 2,5 g/l. Obradene čarape oprane su kroz 10 ciklusa. Nakon pranja je slijedilo temeljito ispiranje i sušenje u aparatu Scholl na 30°C.

Tablica 1: Oznake uzoraka

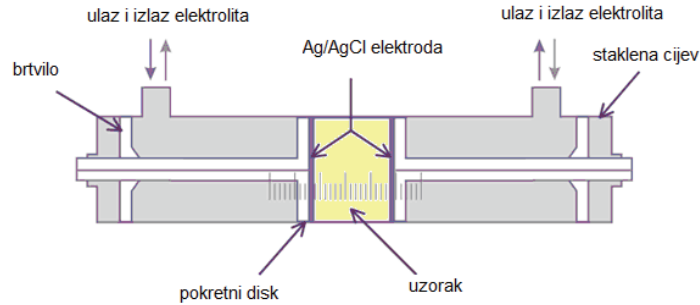
Šifra	Karakteristike	
	obrada	pranje
PA6,6_neobrađen	-	-
PA6,6_3%	komponente A (3%)+ B + omekšivač + binder	-
PA6,6_3%_1X	komponente A (3%)+ B + omekšivač + binder	1 ciklus
PA6,6_3%_10X	komponente A (3%)+ B + omekšivač + binder	10 ciklusa

2.2 Metode

“SurPASS” elektrokinetički analizator (sl. 2) omogućava istraživanje elektrokinetičkih pojava na granici faza čvrsto/kapljevito, pri čemu čvrste tvari mogu biti gotovo svih oblika i veličina. Kontroliran je isključivo preko PC-a s Microsoft Windows® softverom „VisioLab za SurPASS”, koji pomaže u podešavanju mjernih parametara. Na temelju izmjerenih veličina automatski se izračuna zeta potencijal, a rezultati se iskazuju tablično i grafički. Poseban dizajn i operativni sustav omogućava jednostavnost pri rukovanju.

Na sl. 2 je shematski prikaz cilindrične ćelije za mjerenje. Vodena otopina elektrolita protječe kroz mjernu ćeliju koja sadrži kruti uzorak. Kanal između ravnih krutih površina podešen je tako da pruža otpor protoku,

čime se generira razlika tlakova između ulaza i izlaza iz mjerne ćelije. Protok elektrolita omogućen je pomoću dvojnog sustava pumpi koji izaziva separaciju naboja pri usmjerenom protoku uzduž mjerne ćelije. Parametri se detektiraju pomoću mjernih glava koje su spojene na ulaz/izlaz elektrolita u odnosu na mjernu ćeliju [6]. Mjerna glava se sastoji od senzora tlaka i Ag/AgCl ili platinskih elektroda, koje služe za mjerenje potencijala strujanja, struje strujanja i električnog otpora. Izmjerene vrijednosti Δp (razlika tlaka uzduž mjerne ćelije) i ΔU (potencijal strujanja) ili ΔI (struja strujanja) su potrebne za izračun zeta potencijala. Tijekom mjerenja povećava se tlak kontinuirano i alternativno u oba protočna smjera, pri čemu se registriraju Δp i ΔU ili ΔI . Mjerenje temperature, vodljivosti i pH osiguravaju preciznu kontrolu uvjeta mjerenja u otopini elektrolita.

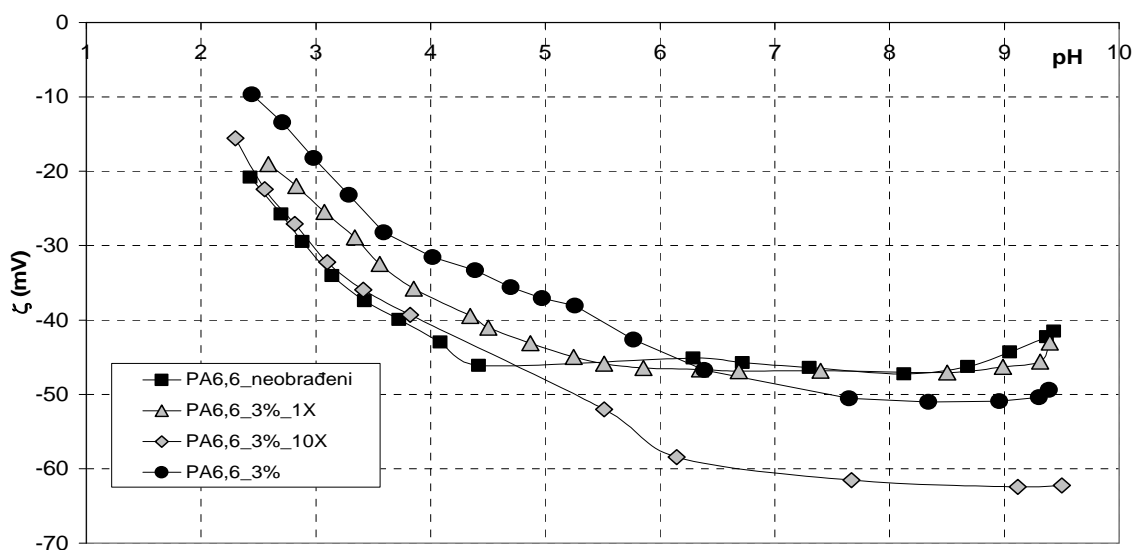


Slika 2: Shema cilindrične ćelije za mjerenje potencijala strujanja

3. Rezultati i rasprava

Zeta potencijal izmjeren je u ovisnosti o pH otopini elektrolita (1mmol/l KCl), sl.4. Poliamidna vlakna su amfoterna jer imaju amino i karboksilne skupine. Karakteristično položena krivulja zeta potencijala PA 6,6 u ovisnosti o pH rezultat je disocijacije aktivnih skupina, karboksilne, -COOH u alkalnom, a amino, -NH₂ u kiselom području. Vidljivo je da PA 6,6 obrađen mikrokapsulama ima manje negativne vrijednosti potencijala u kiselom području u odnosu na neobrađen uzorak. Mikrokapsule imaju utjecaj na površinu, što potvrđuje zadovoljavajući stupanj fiksiranja.

Krivulja zeta potencijala hulahop čarapa obrađenih mikrokapsulama koje su oprane u 1. ciklusu u ovisnosti o pH pokazuje da se aktivne tvari iz mikrokapsula otpuštaju u pranju. U karakterističnom kiselom području vrijednosti zeta potencijala su više negativne u odnosu na neprane čarape, obrađene mikrokapsulama. Daljnjim pranjem kroz 10 ciklusa otpuštanje aktivnih tvari u pranju vidno je sporije.



Slika 3: Krivulje zeta potencijala neobrađenih, obrađenih i opranih čarapa u ovisnosti o pH 1mmol/l KCl

4. Zaključak

Istražen je utjecaj mikrokapsula na naboj površine poliamidnih hulahop čarapa.

Poliamidne čarape obrađene s 3% mikrokapsula pokazuju manje negativan naboj u odnosu na neobrađene čarape u kiselom području.

Krivulja zeta potencijala u ovisnosti o pH otopini elektrolita pokazuje da se aktivne tvari iz mikrokapsula otpuštaju kroz 10 ciklusa pranja, čime površina vlakna postaje dostupnija.

Metoda potencijala strujanja pokazala se vrlo prihvatljivom za karakterizaciju efekata mikrokapsulacije i kontrolu otpuštanja aktivnih tvari iz mikrokapsula.

Literatura

- [1] Thiry, M., *AATCC Review*, 4 (2004) 5, 9-13, ISSN: 1532-8813
- [2] Qian, L.: Nanotechnology in textiles: Recent Developments and Future Prospects, *AATCC Review*, Vol. 4 (2004) 5, 14-16, ISSN: 1532-8813
- [3] Schindler, I., P.J. Hauser: *Chemical finishing of textiles*, Woodhead Publishing Ltd, Cambridge (2004). ISBN-13: 978 1 85573 905
- [4] Miriam, I.: Microencapsulation, *Rossera*, (2005) May-June, pp.2-5
- [5] Pušić, T. Preiskovanje sproščanja mikrokapsul med večkartnim pranjem, *38. simpozij o novostih v tekstilstvu Zbornik prispevkov* (Ed. Simončič, B., Hladnik, A, Đorđević, D.), pp.117-120, ISBN 978-961-6575-38-6, Ljubljana, Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana (2007)
- [6] Instruction Manual SurPASS Electrokinetic Analyzer, Anton Paar GmbH, Graz, Austria, (2007)

Zahvala

Ministarstvu znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske i Javnoj agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, ARRS za financijsku potporu EUREKA projektu E!4178 APTEX „Improving the Application and Durability of Surface Functionalization on Textile Fabrics“.

INDIJSKI ORAŠČIĆI - ALTERNATIVNO SREDSTVO ZA PRANJE

SOAP NUT SHELL – ALTERNATIVE WASHING AGENTS

Tanja PUŠIĆ; Katia GRGIĆ; Tihana DEKANIĆ & Ivo SOLJAČIĆ

Sažetak: Istraživanja sredstava za pranje aktualna su i zanimljiva s tehnološkog i ekološkog aspekta. Noviji trendovi usmjereni su na »zelene formulacije« koje se temelje na prirodnim komponentama i tvarima koje imaju površinsku aktivnost. Istraženi su prirodni tenzidi iz ljuske indijskog oraščića, kao alternativno sredstvo za pranje. Analitički je ispitan sadržaj površinski aktivne tvari i pH vodenog ekstrakta. Primarni učinak pranja indijskim oraščićima proučavan je na temperaturama 60 i 90 °C preko prirodno zaprljanih pamučnih tkanina. U istim uvjetima komparativno je ispitan standardni i komercijalni praškasti deterdžent s hrvatskog tržišta. Dokazan je povoljan primarni učinak pranja indijskim oraščićima, poglavito u pranju na 90 °C.

Abstract: Investigations of washing agents are interesting from the technological and environmental point of view. The trend towards natural ingredients is growing and vegetable-derived surfactants are gaining popularity in "green formulations". Natural surfactants from soap nut shell, as an alternative washing agent, were studied. Surface active matter and pH of the aqueous extract were analysed. The primary washing effect of soap nuts was studied at different temperatures, 60 and 90 °C, applying naturally soiled cotton fabrics. Simultaneously, reference and commercial powder detergents used on the Croatian market were tested. A favourable primary effect of washing with soap nuts was obtained, especially at 90 °C.

Ključne riječi: pamuk, pranje, indijski oraščići

Keywords: cotton, washing, soap nut shell

1. Uvod

Pod pojmom njege tekstila podrazumijevaju se svi načini, procesi i postupci čuvanja i čišćenja odjeće i tekstilija kako bi im se što dulje osigurao prvobitan izgled te zadržala prvobitna svojstva [1]. Najveći dio tekstilija održava se u procesu pranja gdje se zbivaju složeni fizikalni i kemijski procesi. Jedan od bitnih čimbenika u procesu je sredstvo za pranje. Kontinuitet istraživanja sredstava za pranje rezultirao je suvremenim visoko učinkovitim formulacijama. Konvencionalna sredstva za pranje, unatoč ekološki prihvatljivim komponentama, imaju nepovoljan utjecaj na kožu i okoliš. Strategija održivog razvoja koju propagira A.I.S.E. (The International Association for Soaps, Detergents and Maintenance Products) [2] podupire istraživanje alternativnih rješenja u tehnologiji pranja. Indijski oraščići (sl. 1) jedno su od prirodnih sredstava koje se dugi niz godina koristi za pranje u tropskom podneblju. Ekološki su prihvatljivi, dobivaju se iz obnovljivih izvora i potpuno su biorazgradivi. Oraščići su se koristili stoljećima za čišćenje raznovrsnih tekstilija. Njihova popularnost u posljednje vrijeme raste u Americi i Europi, čime postaju konkurencija suvremenim deterdžentima.



Slika 1: Plod indijskog oraščića

Plod promjera 1 – 2 cm, bež do smeđe boje, raste na drveću roda *Sapindus Mukorossi* u tropskoj klimi, najčešće Indiji, Indoneziji i Nepal. Plod se očisti i suši na suncu. U Indiji se koriste svakodnevno za pranje kose i odjeće, te za poliranje nakita. Primjenjuju se za zaštitu od nametnika i mikroorganizama. Vanjska stjenka ploda sadrži saponin, prirodnu tvar koja pere i čisti.

Saponini su glukozidi hidrofobnih alkohola koji imaju površinsku aktivnost sličnu sapunima. Djelomično su topivi u vodi. Propagira se njihov odličan učinak pranja i njege. Blagi su prema tekstilu i koži, pa se preporučuju djeci i osobama koje imaju alergije i osjetljivu kožu. Smatraju se ekološki prihvatljivim sredstvima koja se nude na tržištu kao zamjenska za konvencionalne proizvode [3].

U ovom radu analiziran je primarni učinak indijskih oraščića u pranju prirodno zaprljanih pamučnih tkanina na temperaturama 60 i 90 °C. Komparativno je ispitan učinak standardnog ECE deterdženta i komercijalnog praškastog deterdženta s hrvatskog tržišta. U svrhu ispitivanja njihova sastava i djelovanja načinjene su ekstrakcija u etanolu, vodi, te pH vodenog ekstrakta prije i nakon pranja.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Materijal

Istraživanja su provedena na bijelim pamučnim damast tkaninama, površinske mase 140 g/m². Trake načinjene od te tkanine u laboratorijskim su uvjetima prirodno zaprljane crvenim vinom, žumanjkom od jajeta, pastom za cipele i kečapom. Promjer mrlja iznosio je 5 cm. Nakon 24 sata odležavanja na tkanini, tkanine su prane ispitivanim sredstvima.

2.2 Sredstva

Komparativno je prano standardnim deterdžentom, komercijalnim deterdžentom i indijskim oraščićima. Sredstva su dozirana prema preporukama na pakiranju, tab. 1.

Tablica 1: Sredstva za pranje, oznake i doziranje

Sredstvo	Oznaka	Doziranje/ciklusu (3 kg tekstila)
Indijski oraščić	I_ORAS	7 kom
Komercijalni deterdžent s hrvatskog tržišta	HR_D	94 g
Standardni ECE deterdžent	ECE_D	60 g + 12 g natrijevog perborata

2.3 Pranje

Prirodno zaprljane tkanine oprane su uz pamučni balast (masa 3 kg) u kućanskoj perilici, Whirlpool AWO/D 43136 na 60 i 90 °C. Nakon pranja balast je sušen u sušilici, a tkanine na zraku.

2.4 Metode

U svrhu određivanja količine površinski aktivne tvari provedena je ekstrakcija u etanolu. Izmjeren je pH otopina deterdženata (10 g/l) i indijskog oraščića (1 oraščić u 100 ml vode). Primarni učinak analiziran je mjerenjem spektralnih karakteristika zaprljane tkanine prije i nakon pranja na spektrofotometru, DataColor DC 3890.

3. Rezultati i rasprava

Sadržaj površinski aktivne tvari i pH analiziranih sredstava za pranje prikazan je u tab. 2.

Tablica 2: Sadržaj površinski aktivne tvari i pH otopine ispitivanih sredstava za pranje

Oznaka	PAT / %	pH
I_ORAS	20,34	4,56
ECE_D	14,5	9,92
HR_D	18,4	10,38

Sadržaj površinski aktivne tvari ispitivanih sredstava je različit. Dobivene vrijednosti ukazuju na dostatnu količinu tenzida u tim proizvodima. Sadržaj tenzida u deterdžentu je važan, ali ipak nije ključni parametar za primarni i sekundarni učinak.

Važan je sastav sredstva koji može osigurati sinergiju u pranju. Sinergija u pranju pojačana je povećanjem alkaliteta. Alkalitet komercijalnog i standardnog deterdženta je očekivan, od 9,5 do 10,4. Vodeni ekstrakt indijskih oraščića je kiseo.

Izmjerene spektralne karakteristike iskazane su vrijednostima remisije kod valne duljine 460 nm. Razlika remisije poslije i prije pranja (ΔR_{460}) ukazuje na kvalitetu primarnog učinka. U tablicama su iskazane prosječne vrijednosti četiri pojedinačna mjerenja (tab. 3-5).

Tablica 3: Primarni učinak pranja ručno zaprljanih pamučnih tkanina indijskim oraščićima

t = 60 °C				t = 90 °C			
MRLJA	R ₄₆₀		ΔR_{460}	MRLJA	R ₄₆₀		ΔR_{460}
	prije pranja	nakon pranja			prije pranja	nakon pranja	
Vino	49,45	68,73	19,28	Vino	50,04	72,48	22,44
Žumanjak	5,07	79,51	74,44	Žumanjak	8,69	85,90	77,21
Pasta	4,09	69,38	65,29	Pasta	4,43	80,70	76,27
Kečap	26,54	73,37	46,83	Kečap	25,02	82,64	57,62

Indijski oraščići imaju visoki sadržaj neionskih tenzida, alkilpoliglikozida. Njihov sastav je jednostavan jer ne sadrže komponente za bijeljenje. Primarni učinak pranja indijskim oraščićima (tab. 3) je zadovoljavajući, unatoč kiselosti vodenog ekstrakta. Povišena temperatura poboljšava učinak pranja, a razlika remisije tkanine gdje su nanosene mrlje od paste za cipele i kečapa povećana je za oko 10 jedinica, a kod vina i žumanjka za 3-4 jedinice.

Tablica 4: Primarni učinak pranja ručno zaprljanih pamučnih tkanina ECE deterdžentom

t = 60 °C				t = 90 °C			
MRLJA	R ₄₆₀		ΔR_{460}	MRLJA	R ₄₆₀		ΔR_{460}
	prije pranja	nakon pranja			prije pranja	nakon pranja	
Vino	48,36	81,63	33,27	Vino	48,75	91,11	42,36
Žumanjak	6,68	83,79	77,11	Žumanjak	9,86	87,31	77,45
Pasta	4,58	70,55	65,97	Pasta	4,54	77,37	72,83
Kečap	26,63	73,26	46,63	Kečap	24,31	83,69	59,38

Primarni učinak pranja nanosenih mrlja standardnim deterdžentom (tab. 4) gotovo je identičan učinku pranja indijskim oraščićima. Povišena temperatura gotovo podjednako poboljšava učinak, a povoljniji učinak potvrđen je jedino u uklanjanju mrlje od crvenog vina.

Tablica 5: Primarni učinak pranja ručno zaprljanih pamučnih tkanina HR_D

t = 60 °C				t = 90 °C			
MRLJA	R ₄₆₀		ΔR_{460}	MRLJA	R ₄₆₀		ΔR_{460}
	prije pranja	nakon pranja			prije pranja	nakon pranja	
Vino	49,52	86,28	36,76	Vino	49,61	95,43	45,82
Žumanjak	12,30	90,92	78,62	Žumanjak	9,52	96,76	87,24
Pasta	4,44	79,00	74,56	Pasta	4,80	94,40	89,60
Kečap	31,69	88,38	56,69	Kečap	25,90	97,80	72,71

Pranje komercijalnim deterdžentom (tab. 5) rezultiralo je najboljim učinkom na obje temperature pranja. Povišena temperatura pogoduje učinku uklanjanja svih zaprljanja. Usporedbom učinka postignutog ovim sredstvom u odnosu na indijske oraščiće, najveća razlika remisije dobivena je mjerenjem mrlje crvenog vina.

Učinak u pranju komercijalnim deterdžentom u odnosu na indijske oraščiće nije značajno velik, unatoč kompleksnom sastavu i komponentama u ovom deterdžentu koje mogu osigurati sinergijsko djelovanje u pranju.

Na temelju izmjerenih spektralnih vrijednosti uspoređene su bjeline (W_{CIE}) i promjene tona (TV i TD) nezaprljanih mjesta na tkanini prije i nakon pranja (tab. 6).

Tablica 6: Stupanj bjeline i promjena tona pamučne tkanine prije i nakon pranja

SREDSTVO	t = 60 °C			t = 90 °C		
	W _{CIE}	TD	TV	W _{CIE}	TD	TV
-	74,5	-0,6	R1	74,5	-0,6	R1
IND_ORAS	75,8	-0,7	R1	75,3	-0,7	R1
ECE_D	83,3	-0,6	R1	85,9	-0,2	
HR_D	116,0	-1,7	R2	131,8	-1,5	R2

Stupanj bjeline tkanine na koju su nanese mrlje ukazuje da je ona samo kemijski bijeljena i ima blago crvenkasti ton (R1). Pranje indijskim oraščićima na obje temperature nije utjecalo na promjenu bjeline, što pokazuje da nije došlo do redepozicije. Bjelina tkanine oprane standardnim deterdžentom povećana je u pranju na obje temperature za 10 jedinica. Povećanje bjeline uvjetovano je dodatkom natrijevog perborata. Komercijalni deterdžent sadrži kemijska i optička bjelila pa se u pranju na 60 °C bjelina povećava za gotovo 30 jedinica, a pranjem na 90 °C za gotovo 55 jedinica. Ton oprane tkanine u odnosu na nepranu mijenja se neznatno - postaje crveniji (R2).

4. Zaključak

Primarni učinak pranja indijskim oraščićima u odnosu na standardni i komercijalni deterdžent je zadovoljavajući. Visok sadržaj tenzida i kiselost povoljno utječe na uklanjanje zaprljanja od kečapa, paste za cipele i žumanjka. Mrlje od crvenog vina ne uklanjaju se u dovoljnoj mjeri. To je posljedica toga što nema prisutnog kemijskog bjelila. Zbog toga nije ni povišena osnovna bjelina tkanine. Povišena temperatura povoljno utječe na učinak uklanjanja mrlja od kečapa i paste za cipele. Pranjem nije došlo do pojave redepozicije, što im daje još jednu prednost. Ovo jednostavno ekološki prihvatljivo sredstvo pokazalo se prihvatljivim i konkurentnim za pranje nanesenih zaprljanja od kečapa, žumanjka i paste za cipele.

Literatura

- [1] Soljačić, I. & Pušić, T.: *Njega tekstila - Čišćenje u vodenim medijima*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, ISBN 953-7105-09-1, (2005)
- [2] *Dostupan na* <http://www.aise.eu>, *Pristupljeno:* 2009-11-24
- [3] *Dostupan na* <http://www.personalcaremagazine.com/Story.aspx?Story=4325>, *Pristupljeno:* 2009-11-20

FUNKCIONALIZACIJA TEKSTILIJA TIJEKOM KEMIJSKOG ČIŠĆENJA

FUNCTIONALIZATION OF TEXTILES DURING DRYCLEANING

Ivo SOLJAČIĆ; Tihana DEKANIĆ; Marina PUČIĆ; Marija LALJEK; Štefica JOVIĆ;
Svjetlana LELJAK-JURINOVIĆ & Tanja PUŠIĆ

Sažetak: Funkcionalnost tekstilija u procesima profesionalne njege može se postići dodatkom specijalnih aditiva. Očišćenom tekstilu mogu se dati svojstva vodoodbojnosti, uljeodbojnosti, olakšanog glačanja, udobnost pri nošenju i prvobitan izgled. U ovom radu je istražena mogućnost obrade tekstilnih materijala od vune u mješavini sa sintetskim vlaknima u različitim udjelima i tonovima. Sintetska smola otopljena u ugljikovodiku kao sredstvo za završnu obradu primijenjena je u postupcima prskanja i iscrpljenja iz perkloretilenske kupelji. Postignuti efekti ispitani su mjerenjem spektralnih karakteristika i elastičnog oporavka obrađenih u odnosu na neobrađene tekstilije.

Abstract: The functionality of textiles in the processes of professional care can be achieved by adding special additives. Water and oil repellency, easy care, comfort and restoring original appearance can be obtained in this manner. Possible treatments of wool fabrics blended with synthetic fibers, in a different composition and shades, have been investigated. Synthetic resin dissolved in hydrocarbons, as a finishing agent, is applied by exhaustion and spray method. The obtained effects are tested by measuring the spectral characteristics and wrinkle recovery compared to the untreated textiles.

Ključne riječi: vuna, vuna/PES, elasthan, kemijsko čišćenje, funkcionalnost

Keywords: wool, wool / PES, elastane, dry cleaning, functionality

1. Uvod

Suvremeni trendovi u odijevanju pomaknuti su prema ležernijem stilu, čime formalna odjeća gubi na značenju. Podaci pokazuju da je zastupljenost formalne odjeće u odnosu na ležerniju 20 % : 80 %. Formalna odjeća najčešće se izrađuje od vunениh vlakana ili mješavine vune sa sintetskim vlaknima. Ta se odjeća održava u procesima profesionalne njege. Poznato je da vunene tekstilije imaju dobar elastičan oporavak i da to ovisi o sadržaju vlage u prostoru. U procesima profesionalne njege odjeća često gubi prvobitna svojstva, čime joj se umanjuje upotrebna vrijednost i funkcionalnost. Primjerice vunениm tekstilijama u nekim organskim otapalima može se smanjiti elastičnost. Mogućnost naknadnog oplemenjivanja u profesionalnoj njezi predstavlja potencijal obnavljanja prvobitnih svojstava odjeće. Uobičajeni postupci su postupak iscrpljenja ili prskanja (*Spraymatic*), koji se mogu provoditi po dvokupeljnem ili trokupeljnem postupku [1]. Sredstva za oplemenjivanje su specijalne sintetske smole otopljene u organskom otapalu [2]. Najčešće se naknadno oplemenjivanje provodi u svrhu postizanja vodo i/ili uljeodbojnosti [3, 4]. Naročito je važno ukloniti eventualno zaostale tenzide na materijalu. Poseban pristup i oprez nameću novi trendovi uvođenja kationskih pojačivača u proces čišćenja s otapalima jer mogu dodatno otežati postizanje željenih efekata. U ovom radu je istražen utjecaj kemijskog čišćenja na svojstva tkanina od vune u mješavini sa sintetskim vlaknima i mogućnost naknadnog oplemenjivanja tekstilnih materijala od vune u mješavini sa sintetskim vlaknima u različitim udjelima i tonovima. U tu svrhu su primijenjena sredstva za postizanja lakšeg glačanja. Učinkovitost takvih obrada može olakšati i skratiti vrijeme glačanja u kemijskim čistionicama.

2. Eksperimentalni dio

Istraživanja su provedena na 4 tkanine namijenjene izradi gornje odjeće. Apretirane su sredstvom protiv gužvanja s blagim efektom apretiranja. U tu svrhu su odabrani različiti postupci nanošenja završne obrade.

2.1 Materijal

Ispitivanja su provedena na vunениm tekstilnim materijalima u mješavini sa sintetskim vlaknima različitog udjela i tona (tab. 1).

Tablica 1: Karakteristike s oznakama ispitivanih uzoraka

Uzorak	Sastav	Ton
A	96% runska vuna, 4% elastansko vlakno	crno
B	96% runska vuna, 4% elastansko vlakno	smeđe
C	55% PES vlakno, 45% runska vuna	crno
D	55% PES vlakno, 45% runska vuna	krem

2.2 Obrade

Uzorci vunениh tkanina obrađivani su specijalnim sredstvom za završnu obradu metodom spraymatic ii metodom iscrpljenja u stroju za kemijsko čišćenje tvrtke Renzacci, Italija, kapaciteta 17 kg (tab. 2). Varijabilni parametri bili su vrijeme i dodatak sredstva za postizanje olakšanog glačanja na bazi poliakrilata, Secapret Optimal, BÜFA, a temperatura sušenja bila je konstantna. Sredstvo je primijenjeno u optimalnoj količini prema preporuci proizvođača.

Tablica 2: Postupci obrade i dodatak sredstva

Obrada	Postupak	Secapret Optimal	t [min]
1	Neobrađen	-	-
2	Spraymatic	10 ml / l otapala	5
3	Ischrpljenje	10 g / l otapala	10
4	Kemijsko čišćenje	-	6

Kod metode spraymatic pripremljena se kupelj za apreturu posebnom crpkom uštrcava u stroj za kemijsko čišćenje. Preko specijalno konstruiranih mlaznica s unutarnje strane vrata stroja uvodi se u bubanj. Cijelo vrijeme tkanina rolira i nastavlja rolirati dodatnih 5 minuta, zatim slijedi centrifugiranje i sušenje na 60°C.

Postupak iscrpljenja proveden je nakon uobičajenog kemijskog čišćenja i centrifugiranja. U ovom postupku za vrijeme okretanja bubnja s tkaninom u stroju, dozira se apreturno sredstvo s otapalom. Nakon 5 minuta okretanja, pokrene se ciklus cirkuliranja kupelji preko sita dodatnih 5 minuta. Slijedi centrifugiranje, roliranje i sušenje na 60°C.

Kemijsko čišćenje provedeno je u perkloretilenu po standardnom programu čišćenja, bez dodatka apreturnog sredstva. Sušenje na 60°C.

Roliranje je operacija okretanja tkanine u praznom bubnju bez otapala, potrebna za ravnomjerniju raspodjelu apreturnog sredstva po površini tkanine. Provođi se nakon kemijskog čišćenja i centrifugiranja. Temperatura se postepeno povećava do željene vrijednosti, što je važno za sprečavanje migracije nanesenog apreturnog sredstva.

2.3 Metode ispitivanja

Za ispitivanje efekata na obrađenim tkaninama u odnosu na neobrađene upotrijebljene su metode određivanja promjene tona obojenja i kuta oporavka. Promjena tona određena je na remisijskom spektrofotometru Spectraflash SF 300 (Datacolor) mjerenjem spektralnih karakteristika ispitivanih uzoraka sukladno standardu ISO 105-A05. Kutovi oporavka ispitivani su sukladno normi HRN EN 22313:2008 nakon gužvanja horizontalno presavijenog uzorka. Za mjerenje je korišten kutomjer s pomičnom kazaljkom.

3. Rezultati i rasprava

Aperturni proces potrebno je optimirati u svrhu postizanja željenih efekata uz minimalnu promjenu tona obojenja tekstilnih materijala. Izmjerene spektralne vrijednosti iskazane su preko ukupne razlike u boji, dE^* , u odnosu na neapretirani uzorak, te razlike u pojedinačnim parametrima boje, dL^* , dC^* i dH^* , tab. 3-4.

Najmanje razlike spektralnih karakteristika (dL^* , dC^* , dH^* i dE^*) dobivene su kod uzorka mješavine vune i elastanskog vlakna smeđeg tona obrađenog metodom iscrpljenja. Nasuprot tome, kod crnog uzorka obrađivanog na isti način dobivene se najveće razlike. Spraymatic postupkom i kemijskim čišćenjem dobivaju se podjednake razlike u promjenama crnog i smeđeg tona.

Tablica 3: Razlika spektralnih karakteristika obrađenih tkanina mješavine vune i elastanskog vlakna bojadisanih u crnom tonu (a) i smeđem tonu (b) u odnosu na neobrađeni

Uzorak A	CRNI TON			
	dL*	dC*	dH*	dE*
2A	-0,346	0,004	-0,010	0,350
3A	-0,548	0,030	-0,068	0,552
4A	-0,230	0,025	-0,010	0,238

Uzorak B	SMEĐI TON			
	dL*	dC*	dH*	dE*
2B	-0,160	0,204	0,076	0,330
3B	-0,116	0,022	0,174	0,174
4B	0,092	0,088	0,010	0,324

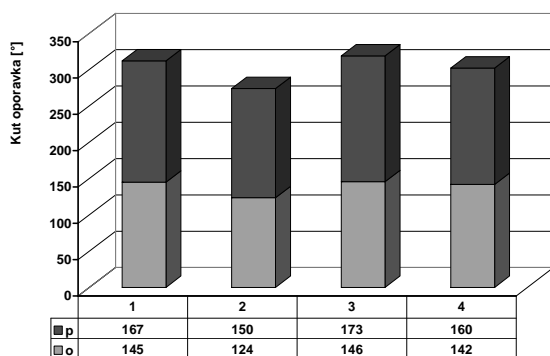
Razlike spektralnih karakteristika uzoraka s velikim udjelom poliesterskog vlakna najizraženije su kod obrade metodom spraymatic u odnosu na neapretirani. Najmanje promjene uočavaju se kod kemijskog čišćenja, a najveće oscilacije promjena kod ovih tonova uočljive su kod metode iscrpljenja.

Tablica 4: Razlika spektralnih karakteristika obrađenih tkanina mješavine vune i poliesterskog vlakna bojadisanih u crnom i krem tonu u odnosu na neobrađeni

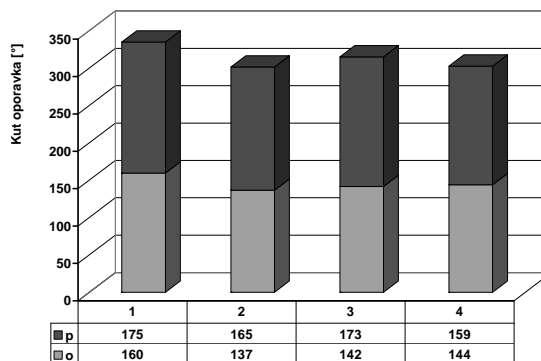
Uzorak C	CRNI TON			
	dL*	dC*	dH*	dE*
2C	-0,458	-0,176	0,038	0,494
3C	-0,264	-0,028	0,054	0,272
4C	-0,208	-0,032	0,066	0,226

Uzorak D	KREM TON			
	dL*	dC*	dH*	dE*
2D	-0,418	0,020	-0,172	0,456
3D	-0,288	0,226	0,180	0,418
4D	-0,158	0,124	0,120	0,252

Na obrađivanim uzorcima izmjereni su kutovi oporavka s lica tkanina po osnovi i potci. Ispitivanje kuta oporavka provedeno je u skladu s HRN EN 22313:2008. Rezultati ispitivanja kutova oporavka dani su grafičkim prikazom srednjih vrijednosti neobrađenih, apretiranih i kemijski čišćenih tkanina (sl. 1-2)



a.

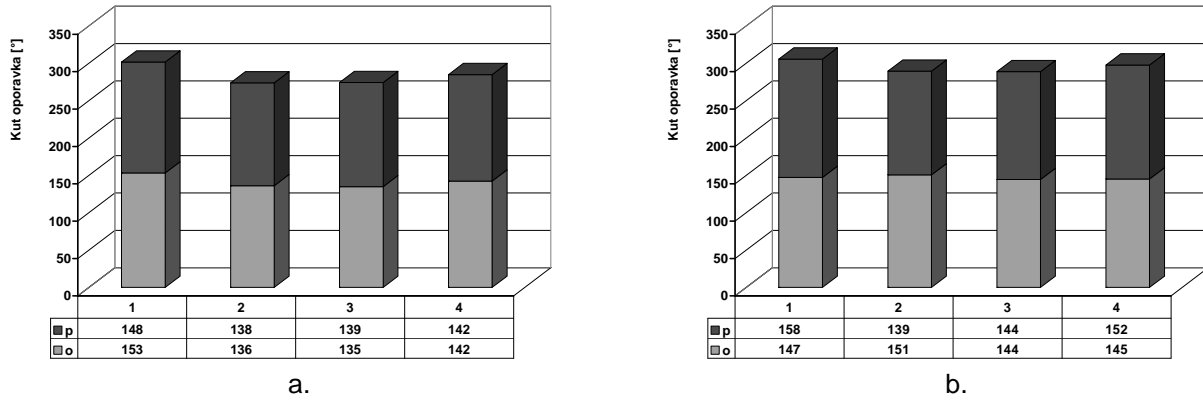


b.

Slika 1: Kutovi oporavka obrađenih tkanina mješavine vune i elastanskog vlakna bojadisanih u crnom tonu (a) i smeđem tonu (b) u odnosu na neobrađeni

Neobrađeni uzorci tkanine izrađene od vune u mješavini s elastanskim vlaknima u crnom i smeđem tonu, A i B imaju visoke kutove oporavka. Kutovi oporavka su viši u smjeru potke nego u smjeru osnove. Evidentno je da se u procesu kemijskog čišćenja (4) smanjuje kut oporavka po osnovi i potci. Taj pad je naglašeniji kod uzorka B. Obradom ovih uzoraka postupkom spraymatic (2) dolazi do jačeg pada kuta oporavka u odnosu na postupak kemijskog čišćenja. Postupkom iscrpljenja (3) kod uzorka A dolazi do povećanja kuta oporavka po potci, dok se kod uzorka B smanjuje po osnovi. Ta se pojava može rastumačiti zasebnim uvjetima obrade tamnih i svijetlih tonova. Postupci su provedeni u velikom stroju gdje je teško osigurati reproducibilnost.

Kutovi oporavka neapretiranih tkanina izrađenih od mješavina vune i poliesterskih vlakana imaju nešto niže vrijednosti u odnosu na prethodno analizirane tkanine od vune u mješavini s elastanskim vlaknima. Postupak kemijskog čišćenja (4) ne utječe na smanjivanje kutova oporavka po osnovi i potci. Manja osjetljivost ovih tkanina u procesu kemijskog čišćenja može se tumačiti visokim udjelom sintetskog vlakna u mješavini koje ima sposobnost zadržavanja dimenzijske stabilnosti i manje je osjetljivo na djelovanje otapala. Ispitivani postupci spraymatic (2) i iscrpljenje (3) blago snižavaju kutove oporavka tkanine i pokazuju isti model ponašanja po osnovi i potci.



Slika 2: Kutovi oporavka obrađenih tkanina mješavine vune i poliesterskog vlakna bojadisanih u crnom tonu (a) i krem tonu (b) u odnosu na neobrađeni

4. Zaključak

Usporedbom postupaka završnog oplemenjivanja vunениh tkanina miješanih s različitim sintetskim vlaknima uočavaju se razlike vrijednosti spektralnih karakteristika i kutova oporavka. Promjene spektralnih karakteristika izraženije su kod tkanina mješavine vune s poliesterskim vlaknima kod postupka spraymatic. Najmanje razlike u tonovima dobivene su u kemijskom čišćenju bez naknadne obrade.

Na kutove oporavka povoljno utječe veći udio poliesterskih vlakana, koje zadržava dimenzijsku stabilnost nakon svih obrada. Poneka odstupanja mogu se rastumačiti uvjetima obrade zbog nemogućnosti reproducibilnosti rada. Dodatak apreturnog sredstva, suprotno očekivanju, nema pozitivan utjecaj na kutove oporavka.

Literatura

- [1] Soljačić, I., Katović, D. & Grancarić, A. M.: *Osnove oplemenjivanja tekstila, Knjiga I*, Sveučilišna tiskara d.o.o., ISBN 953-96183-8-X, Zagreb, (1992)
- [2] Ammayappan, L. & Moses J. J.: Functional finishes for woollen textiles, *Dostupan na* <http://www.indiantextilejournal.com/articles/FAdetails.asp?id=614>, *Pristupljeno:* 2009-12-9
- [3] BŪFA, KREUSSLER – sredstva za apretiranje, upute proizvođača o primjeni i uporabi
- [4] Vrbanić, S.: Oplemenjivanje – hidrofobiranje i oleofobiranje tkanina vunenog tipa iz organskih otapala, Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (1979)

Zahvala

Zahvaljujemo tvrtkama VARTEKS d.d. i LEMIA d.o.o. koje su nam svojim sudjelovanjem pomogle u ovom radu.

VISKOZNA VLAKNA FUNKCIONALIZIRANA HITOZANOM ZA POTENCIJALNU MEDICINSKU UPOTREBU

VISCOSE FIBRES FUNCTIONALISED USING CHITOSAN FOR POTENTIAL MEDICAL USE

Olivera ŠAUPERL & Lidija FRAS-ZEMLJIČ

Sažetak: Osnovna zamisao ovog istraživanja bila je modifikacija viskoznih vlakana hitozanom. Cilj je bio postići zadovoljavajuću antimikrobnu aktivnost modificiranih vlakana. Namjera je bila procijeniti potencijalnu upotrebu ovog materijala za razvoj novih materijala za medicinsku upotrebu. Prema rezultatima, koji su dobiveni upotrebom različitih fizikalno kemijskih postupaka, vrednovana je učinkovitost modifikacije viskoze.

Abstract: The main idea of this research was to modify viscose fibers using chitosan. The purpose was to achieve satisfactory antimicrobial activity of modified fibers. Our intention was to estimate the potential use of this material for development of new materials for medical use. On the basis of the results obtained using different physical-chemical methods the efficiency of viscose modification was evaluated.

Ključne riječi: viskozna vlakna, antimikrobne obrade, hitozan, Kjeldahlova analiza

Keywords: viscose fibers, antimicrobial treatments, chitosan, Kjeldahl analysis

1. Introduction

The application of chitosan belongs to different approaches regarding textile antimicrobial protection [1-4]. With this application, protonated amino groups are introduced into the cellulose fiber surface. In an acidic media these groups form ammonium salts which have an effect on the permeability of cell membranes. In this way a normal metabolism regarding microorganisms is affected, leading to cell death [5]. Viscose/cellulose fibers have a large active surface area and due to their molecular structure they are considered as an ideal matrix for the design of bioactive, biocompatible and intelligent materials. In the sense of antimicrobial activity chitosan plays a very important role nowadays. After cellulose, this deacetylated derivate of chitin is the most abundant polysaccharide found on Earth. Chitosan is a polycationic biopolymer that has a well-documented wide spectrum of biological activity, including antibacterial and anti-fungal activities, as well as hemiostatic properties.

In this contribution the modification of viscose material using chitosan is presented. Our intention was to estimate the potential use of this material for development of new materials for medical use. It is known that the amount of amino groups is the main driving force for chitosan's antimicrobial effectiveness. Therefore, the amount of amino groups was evaluated using conventional Kjeldahl analysis. In addition, basic technical parameters and antimicrobial activity were estimated as well.

2. Experimental

Materials:

Regenerated cellulose/viscose produced by Lenzing Ag, Austria was used in this study. Linear density of the fibers was 1.3 dtex and fiber length 39 mm, respectively.

Chitosan formulation:

Low molecular weight chitosan of medical grade with high degree of deacetylation ($dd > 95\%$) (Gillet Chitosan) was used in the experiment. The pH was set to $pH \approx 3.6$ by adding i) acetic acid and, ii) lactic acid, at 40°C and under vigorous stirring for about 2 hours. Viscosity was in the range from 0.625-0.720 Pas at 25°C .

Viscose modification:

The chitosan formulations were applied on the viscose material using the drizzling technique according to the standard procedure of the Tosama Company (Tosama tovarna sanitetnega materiala d.d) followed by drying in the air chamber at temperature $T=40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. The sample designation is given in Table 1.

Table 1: Denotation of samples

Sample	Treatment
A	Non-treated viscose fabric
B	A, treated by 1 % chitosan solution in lactic acid, dried in air chamber
C	A, treated by 1 % chitosan solution in acetic acid, dried in air chamber

2.1 Analytical techniques

Technical parameters:

Corresponding technological parameters were determined using standard procedures listed as follows: water retention capacity, breaking strength and pH of aqueous extract, determination of water retention capacity according to standard DIN 53 814

The method is based on calculating water retention capacity in the fibers, which is obtained from the difference in masses between the centrifuged and absolutely dry sample.

Breaking strength:

Determination of the breaking strength was performed using apparatus - Vertical Pressure compressive test (Zwick).

pH of aqueous extract according to ISO 3071:

The pH (pH meter Mettler Toledo) of the extract was measured after the sample was plunged into distilled water for a prescribed time period at room temperature.

Kjeldahl analysis:

About 1.5 g of the sample was digested with H₂SO₄ and a catalyst containing 2.8% TiO₂, 3.0% CuSO₄ 5H₂O, and 94.2 % K₂SO₄. The residue was treated with NaOH to release NH₃ which was subsequently absorbed in boric acid and titrated with HCl. All samples were analyzed at least in triplicate to ensure reproducibility and to exclude statistical errors [6].

Antimicrobial test:

The antimicrobial properties of the treated samples were evaluated by ASTM E2149-01, which is a quantitative antimicrobial test method performed under dynamic contact conditions. Positive gram and negative gram bacteria as well as a fungus were used as test organisms. The antimicrobial activity was expressed as $R = \%$ reduction of the organism after contact with the test specimen compared to the number of bacterial cells surviving after contact with the control [7].

3. Results and discussion

3.1 Technological parameters of samples

Water retention capacity, breaking strength, and pH of aqueous extract are given in Table 2. Mass of the samples is listed as well.

Table 2: Technological parameters

Designation	Mass of the sample/ (g)	Water retention capacity/g	Breaking strength/ (N)
A	3.2	11.2	32.0
B	3.5	13.0	44.0
C	3.5	12.8	37.0

The spraying of viscose sample by chitosan-lactic acid and chitosan-acetic acid formulation increases the sample weight. This is expected due to an additional layer caused by chitosan which is adsorbed on the material after spraying in combination with corresponding acid. If compared to the reference, an increase in the mass of 9% is observable. The trend of water retention capacity coincides with the trend of viscose mass increase. Results showed that the formulation of chitosan-lactic acid significantly improved the breaking strength. It is assumed that lactic acid in this case acts as a crosslinker; therefore, viscose with relatively short molecules was somehow connected together and prolonged, resulting in better mechanical properties (higher breaking-strength). These two acids are common in the medical/gynaecological use in order to set physiological pH of vagina.

The pH of the aqueous extract is presented in Figure 1. Consequently, the result was adopted that the measured pH value was unchanged which means stability for a period of 5 hours.

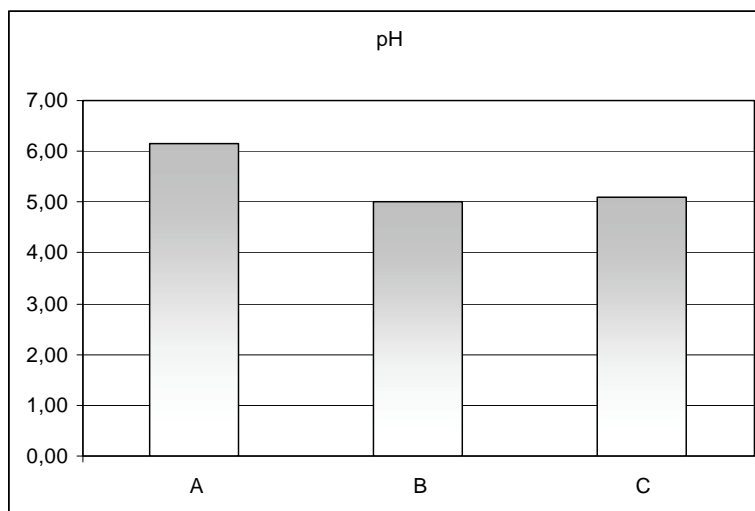


Figure 1: pH of viscose aqueous extract

The results show that samples effectively lower the pH value of distilling water.

Amount of the amino group: It is known that the amount and location of amino groups are the main driving forces for chitosan's antimicrobial effectiveness. In acidic solvents the amino groups in chitosan become protonated and allow the chitosan, through surface interference, to inhibit the growth of several bacteria, including gram-negative and gram-positive ones. There are two proposed mechanisms for antibacterial activity of chitosan, both emphasizing the importance of the amount of active amino groups. In one mechanism, the polycationic nature of chitosan interferes with bacterial metabolism by stacking the cell's surface. The other mechanism is to bind chitosan with DNA to inhibit mRNA synthesis. The amount of weak acid groups in different samples determined by Kjeldahl analysis is presented in Table 3.

Table 3: Amount of weak acid groups in viscose fabric determined by the Kjeldahl method depending on the treatment of the sample

Designation	Total nitrogen content (N ₂) (%)
A	0
B	15
C	20

Table 3 shows that the acetic acid-chitosan formulation introduced into the sample lead to a higher amount of amino groups if compared to the lactic acid-chitosan formulation.

3.2 Antimicrobial testing

Table 4: Antimicrobial properties of non-treated and treated viscose samples

Designation	Negative control	Staphylococcus aureus	Escherichia coli	Streptococcus agalactiae	Candida albicans	Candida glabrata
A	sterile	17 %	0 %	70 %	28 %	0 %
B	sterile	79 %	27 %	100 %	100 %	100 %
C	sterile	0 %	0 %	36 %	17 %	3 %

Table 4 presents the antimicrobial properties of samples treated by formulations of chitosan-acetic acid and chitosan-lactic acid, respectively. Sample A is a reference. The antimicrobial properties of samples were measured after 14 days of their preparation. Different microorganisms, which are common in the field of gynaecological testing, were used in the research.

The results indicate the situation in which the best antimicrobial activity is exhibited by sample B where the chitosan-lactic acid formulation was used. The corresponding tests confirm that sample B reduces all types of the microorganisms tested in the research. With an exception of the *E. coli*, in which a reduction of 27% of this gram negative bacteria was confirmed, its activity against other microorganisms (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Candida albicans*, and *Candida glabrata*) is very good and in all cases it lies between 79% and 100%. Sample C exhibits the worst antimicrobial activity.

4. Conclusion

- Spraying the viscose sample with the chitosan-lactic acid and chitosan-acetic acid formulation increases the sample weight.
- The formulation of chitosan-lactic acid has significantly improved the breaking strength of the treated material
- The acetic acid-chitosan formulation introduced into the samples increases the amount of amino groups if compared to the lactic acid-chitosan formulation.
- Sample B reduces all types of microorganisms tested in the research.

References

- [1] Harrison, P.W., Developments in Medical Textiles, *Textile Progress*, **Vol. 32** (2002), 4., pp. 10-13
- [2] Uragami, T., Okura, S.; *Material Science of Chitin and Chitosan*, Springer-Verlag, Berlin (2006)
- [3] Rajendran, S., Anand, S.C., Harrison, P. W., Developments in Medical Textiles, *Textile Progress*, **Vol. 32** (2002), No. 4, pp. 1-42
- [4] Berger, J, Reist, M., Mayer, J.M., Felt, O., Peppas, N.A., Gurny R., Structure and interactions in chitosan hydrogels formed by complexation or aggregation for biomedical applications, *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, **Vol. 57** (2004) 1, pp. 19-34
- [5] El-ahlavy, K.F., El-bendary, M.A., Elhendavy, A.G., Hudson, S.M., The antimicrobial activity of cotton fabrics treated with different crosslinking agents and chitosan, *Carbohydrate Polymers*, **Vol. 60** (2005) 4, pp. 421-430
- [6] Vaideki, K.; Jayakumar, S.; Rajendran, R.; Thilagavathi, G., Investigation on the effect of RF air plasma and neem leaf extract treatment on the surface modification and antimicrobial activity of cotton fabric *Applied Surface Science*, **Vol. 254** (2008), 4, pp. 2472-2478
- [7] ASTM E2149-01 Standard Test Method for Determining the Antimicrobial Activity of Immobilized Antimicrobial Agents under Dynamic Contact Conditions

ELEKTROKINETIČKA SVOJSTVA POLIESTERSKE TKANINE PREDOBRAĐENE LIPAZOM

ELECTROKINETIC PROPERTIES OF POLYESTER FABRIC PRETREATED WITH LIPASE

Anita TARBUK; Ana Marija GRANCARIĆ; Dragan ĐORĐEVIĆ & Suzana ĐORĐEVIĆ

Sažetak: Konvencionalni postupci modifikacije poliestera, hidrolizom i aminolizom, daju poboljšana uporabna svojstva tako oplemenjenog materijala, ali se ujedno zagađuju otpadne vode. Stoga se danas istražuju alternativni postupci, kao što je primjena ultrazvuka ili različitih enzima. Istraživanjima primjene lipaza pokazalo se da je na poliesterskom vlaknu došlo do površinskih promjena koje su dovele do poboljšanih sorpcijskih i bojadisarskih svojstava. Za pretpostaviti je da lipaze hidroliziraju esterske veze, pri čemu nastaju polarne hidroksilne i karboksilne skupine na površini vlakna. Stoga su u ovom radu istražena elektrokinetička svojstva poliesterskih tkanina nakon predobradbe enzimima – lipazama: komercijalnom lipazom tvrtke BioCatalysts iz *Candida cylindracea*, te laboratorijski dobivenom lipazom iz *Penicillium roqueforti*. Tako predobrađenim poliesterskim tkaninama određen je zeta potencijal, izoelektrična točka, točka nul-naboja i specifična količina naboja, te dodirni kut kvašenja i adsorpcija vode.

Abstract: The conventional processes of polyester modification, hydrolysis and aminolysis are able to improve properties of the finished material, but pollute waste waters as well. This is the reason why nowadays alternative procedures are being investigated, such as treatments using ultrasound or different enzymes. Investigations of using lipase indicate that the polyester modification shows that the polyester fiber surface changes occurred providing better sorption and dyeing properties. It is to assume that lipases hydrolyze ester bonds to form polar hydroxyl and carboxyl groups on the fiber surface. Consequently, this paper explores electrokinetic properties of the polyester fabric after enzyme pre-treatment - with lipases; the commercial lipase made by BioCatalysts Company from *Candida cylindracea*, lipase, and the laboratory one obtained from *Penicillium roqueforti*. The zeta potential, isoelectric point (IEP), point of zero charge (PZC), specific amount of surface charge, contact angle and water adsorption were determined on the polyester fabrics treated in this manner.

Ključne riječi: poliesterska tkanina, lipaze, zeta potencijal, specifični površinski naboj

Keywords: polyester fabric, lipase, zeta potential, specific surface charge

1. Uvod

Zahvaljujući izrazitoj kristaliničnosti poliesterskog vlakna (PES), tkanine od tih vlakana su hidrofobne. Budući da se većina postupaka oplemenjivanja vrši u vodenom mediju, neophodno je učiniti tkaninu hidrofilnijom. To se godinama postizalo konvencionalnim postupcima površinske modifikacije poliestera – hidrolizom u otopinama NaOH i aminolizom u EDA [1-4]. Tim obradama pospješuje se hidrofilnost, ali se ujedno zagađuju otpadne vode. Stoga se danas istražuju alternativni postupci površinske modifikacije poliestera, primjerice obrada ultrazvukom ili različitim enzimima – lipaze, katalaze i dr. [5,6].

Istraživanjima primjene različitih lipaza na poliestersku tkaninu pokazalo se da na poliesterskom vlaknu dolazi do poboljšanja sorpcijskih i bojadisarskih svojstava [6]. Za pretpostaviti je da lipaze površinski hidroliziraju esterske veze, pri čemu nastaju polarne hidroksilne i karboksilne skupine na poliesteru. Upravo iz tog razloga u radu su istražena elektrokinetička svojstva poliesterskih tkanina nakon predobradbe enzimima – lipazama; komercijalnom lipazom tvrtke BioCatalysts porijekla iz *Candida cylindracea*, te laboratorijski dobivenom lipazom iz *Penicillium roqueforti*.

Tako predobrađenim poliesterskim tkaninama izmjeren je zeta potencijal, izoelektrična točka, točka nul-naboja i specifična količina naboja na površini, te određen dodirni kut kvašenja i adsorpcija vode za bolje objašnjenje navedenih pojava. Specifična adsorpcija iona ili/i disocijacija površinskih aktivnih skupina tekstilnih vlakana u vodenim otopinama rezultiraju električnim nabojem površine tekstila. Određuju ga mjerljive elektrokinetičke pojave, kao što su zeta potencijal i specifična količina površinskog naboja. Električki

naboj uvelike - osim o kemijskoj strukturi i građi vlakna - ovisi i o njegovu bubrenju, te o ionogenosti, strukturi i koncentraciji adsorbata [7,8].

Elektrokinetički (zeta, ζ) potencijal dio je ukupnog potencijala koji se javlja u međupovršinskom sloju na granici faza kruto-kapljevito, kao posljedica raspodjele naboja od krute površine prema masi kapljevine. *Izoelektrična točka (Isoelectric Point, IEP)* je numerička vrijednost koncentracije iona (pH) kod koje je zeta potencijal jednak nuli. Za površine kod kojih je naboj nastao disocijacijom iona s površine, npr. hidroksilnih, karboksilnih i dr. iona, izoelektrična točka predstavlja pH vrijednost pri kojoj je zeta potencijal jednak nuli ($\zeta = 0$ mV).

Točka nul-naboja (Point of Zero Charge, PZC) odgovara količini anionskog ili kationskog tenzida koju je potrebno dodati otopini elektrolita za postizanje zeta potencijala nula ($\zeta = 0$ mV) pri određenom pH (pH > 8). IEP i PZC razlikuju se od vlakna do vlakna, a ovise o pH, temperaturi kao i o koncentraciji iona u elektrolitu [7,8].

2. Materijal i metode

Ispitivanja su provedena na tkanini od 100% poliesterskih vlakana (PES). Uzorkovana tkanina u vezu (figurirani štruk), površinske mase 240 g/m², gustoće niti osnove 30 cm⁻¹, a potke 22 cm⁻¹; uz finoću osnove i potke od 17x2 tex.

PES tkanine obrađene su različitim enzimima (tab. 1) u optimiranim uvjetima prema prethodnim istraživanjima [6]. Poliesterska tkanina obrađena je u enzimima pri pH 7 (anorganski pufer: 50 cm³ 0,02 M NaH₂PO₄ (Merck-Alkaloid, Makedonija, p.a.) i 30 cm³ 0,2 M NaOH (Lachema, Češka, p.a.)) termostatiranjem na horizontalnom mješaču, uz okretanje 30 min⁻¹ na 40 °C, u trajanju 180 min.

Koncentracija enzima bila je 1,0 g/dm³, uz omjer kupelji 1:100. Po završetku obrade, temperatura je podignuta na 60 °C kako bi se razgradio višak enzima. Uzorci su isprani destiliranom vodom do neutralnog i zračno osušeni.

Tablica 1: Oznake, porijeklo i osnovne karakteristike enzima

Oznaka enzima	Porijeklo enzima	Osnovne karakteristike
L1	<i>Candida cylindracea</i>	prašak, aktivnost 11000 U/g
L2	Mješavina gljivičnih lipaza, uključuje <i>Penicillium roq.</i>	prašak, aktivnost 15000 U/g
L3	<i>Penicillium roqueforti</i>	prašak, aktivnost 4500 U/g

Zeta potencijal određen je metodom struje strujanja na *Electro Kinetic Analyzeru (EKA; A. Paar)* i izračunat prema *Helmholtz-Smoluchowsky* jednadžbi [8]. Određene su izoelektrična točka (IEP) i točka nul-naboja (PZC). Specifična količina površinskog naboja određena je metodom povratne titracije polielektrolitom na *Particle Charge Detectoru (PCD, Mütek)*. Iz razlike količina naboja u anionskom i u kationskom polielektrolitu izračunata je specifična količina naboja na vlaknu [8].

Sorpcija vode određena je prema modificiranoj metodi po DIN 53924:1978 [9], tzv. vertikalni test, uzevši u obzir visinu stupca prodora vode nakon 30 s. Dodirni kut kvašenja određen je „sessile drop“ metodom na instrumentu Denver Instrument Company Ltd.

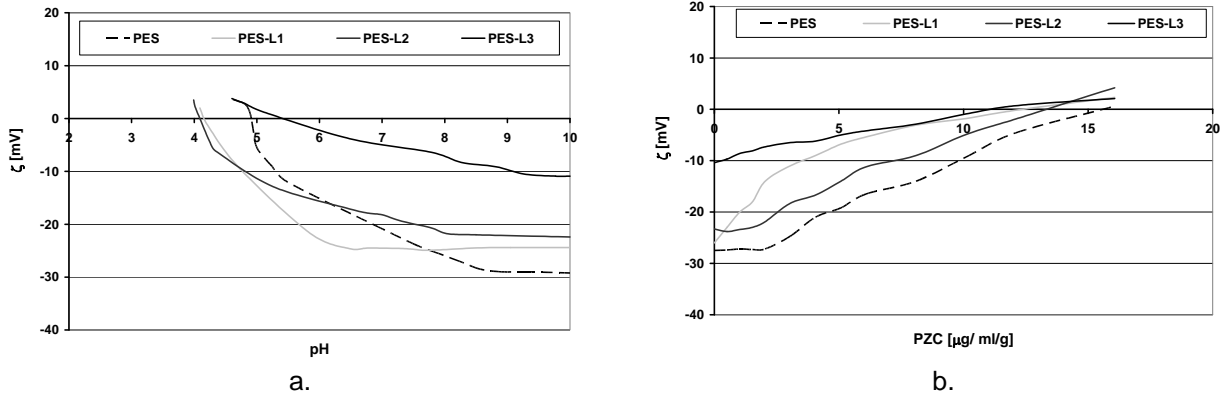
3. Rezultati i rasprava

U ovom radu istražena su elektrokinetička svojstva poliesterske tkanine predobrađene lipazom. Poznato je iz literature da se primjenom različitih lipaza na poliestersku tkaninu poboljšavaju bojadisarska svojstva. Pretpostavlja se da lipaze hidroliziraju esterske veze, pri čemu nastaju polarne hidroksilne i karboksilne skupine na površini vlakna.

Budući da one direktno utječu na promjenu naboja površine i elektrokinetičkog potencijala, provedeno je mjerenje zeta potencijala u ovisnosti o pH elektrolita 0,001M KCl i o dodatku kationskog tenzida N-CPC (N-cetil piridinijev klorid), te određivanje specifične količine površinskog naboja poliesterske tkanine nakon predobradbe enzimima – lipazama (tab.1). Rezultati mjerenja prikazani su u tab.2 i na sl.1.

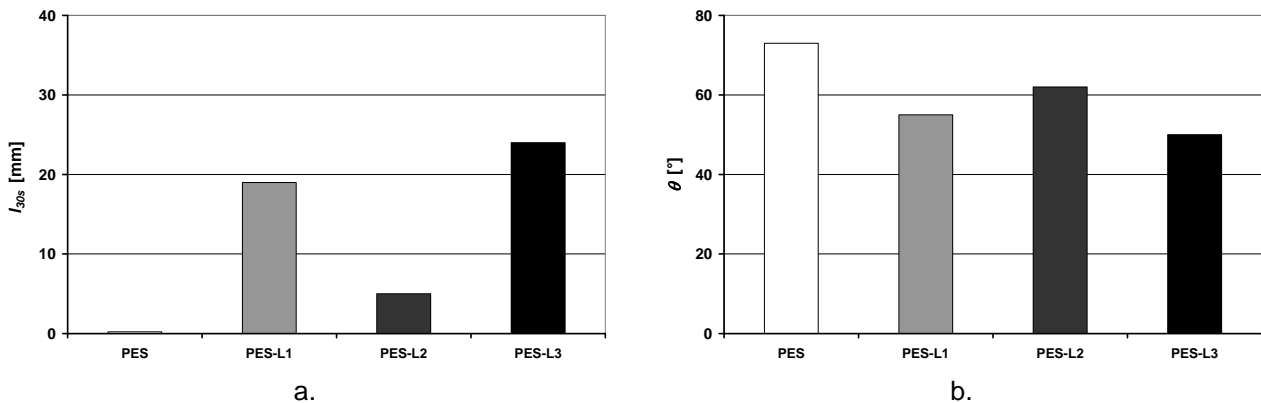
Tablica 2: Zeta potencijal pri pH 10 (ζ), izoelektrična točka (IEP), točka nul-naboja (PZC) i specifična količina naboja (q) površinski modificiranih poliesterskih tkanina enzimima

Oznaka	ζ pri pH 10 [mV]	IEP	PZC [$\mu\text{g/ml/g}$]	q [C/g]
PES	-29,5	4,92	15,78	-0,44
PES-L1	-25,5	4,12	12,51	-0,22
PES-L2	-26,8	4,21	13,40	-0,29
PES-L3	-10,5	5,55	11,09	-0,05



Slika 1: Zeta potencijal površinski modificiranih poliesterskih tkanina enzimima u ovisnosti o – a) pH elektrolita; b) dodatku tenzida elektrolitu

Neobrađene i površinski modificirane poliesterske tkanine enzimima elektronegativne su u alkalnim i neutralnim vodenim otopinama (tab.2, sl.1). Obradene komercijalnom lipazom porijekla iz *Candida cylindracea* (ispitak PES-L1) te laboratorijski dobivenom mješavinom lipaza iz *Penicilium roqueforti* (ispitak PES-L2), pokazuju nakon obrade približan zeta potencijal kao i neobrađena poliesterska tkanina (ispitak PES). Bez obzira na vrijednost zeta potencijala pri pH 10, važno je istaknuti smanjenje izoelektrične točke sa 4,9 na oko 4,1 i točke nul-naboja sa 15,8 na 12,5, što ukazuje na povećanje broja dostupnih hidroksilnih skupina na površini. Dokaz tomu je i smanjenje elektronegativnosti površine sa $-0,44$ na $-0,22 \text{ C g}^{-1}$. S druge strane, obrada lipazom dobivenom iz *Penicilium roqueforti* (ispitak PES-L3) pokazuje značajno bolja svojstva. Površinski naboj smanjio se gotovo na nulu, što ukazuje na smanjenje barijere za kvašenje takvog materijala, te je upravo iz tog razloga znatno viši zeta potencijal pri pH ($\zeta = -10,5 \text{ mV}$) i izoelektrična točka (IEP = 5,55) nego u drugih ispitaka. Dokaz tomu je i niža točka nul-naboja (PZC = 11,09 $\mu\text{g/ml/g}$) jer je bila potrebna manja količina kationskog tenzida za pobijanje površinskog naboja.



Slika 2: a) Prodor vode u 30 s (I_{30s}) u površinski modificirane poliesterske tkanine enzimima i b) Dodirni kut kvašenja (θ)

Prodor i zadržavanje kapljevina u tekstil ovise upravo o kvasivosti materijala. Stoga je provedeno mjerenje dodirnog kuta kvašenja (θ) i visina prodora vode u vertikalno postavljene ispitak površinski modificirane poliesterske tkanine lipazama. Rezultati su prikazani na sl.2.

Rezultati prodora vode u 30 s u vertikalno postavljene ispitak, kao i dodirni kut kvašenja, prikazani na sl. 2, ukazuju na jaku hidrofobnost površine neobrađene poliesterske tkanine (ispitak PES). Površinskom modifikacijom poliesterske tkanine lipazama povećava se broj polarnih $-\text{OH}$ i $-\text{COOH}$ skupina na površini poliestera koje rezultiraju boljim kvašenjem tako obrađenih tkanina. Vrijednosti povećanog prodora vode i smanjenog dodirnog kuta upravo to potvrđuju.

Važno je istaknuti da obrada lipazom dobivenom iz *Penicillium roqueforti* (ispitak PES-L3) pokazuje najviše vrijednosti prodora vode i najniži dodirni kut, na što su ukazivale i vrijednosti elektrokinetičkog potencijala i površinskog naboja. Stoga se upravo ta lipaza može preporučiti u površinskoj modifikaciji poliesterske tkanine za poboljšanje njezine hidrofilitnosti.

4. Zaključak

Poliester je u vodenim otopinama elektronegativan.

Površinskom modifikacijom poliesterske tkanine enzimima lipazama značajno se smanjuje negativni električki naboj i elektrokinetički potencijal.

Površinski modificirane poliesterske tkanine lipazama znatno su hidrofilinije.

Primjena lipaze dobivene iz *Penicillium roqueforti* najpovoljnija je od primijenjenih lipaza, te je za preporučiti njezinu primjenu u površinskoj modifikaciji poliesterske tkanine za poboljšanje hidrofilitnosti.

Literatura

- [1] Pfeifer, H.: *Über den Abbau von Polyester fasern durch Hydrolyse und Aminolyse*, Westdeutscher Verlag, Köln, Germany (1964)
- [2] Grancarić, A. M. & Kallay, N.: Kinetics of Polyester Fibre Alkaline Hydrolysis: Effect of Temperature and Cationic Surfactants, *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol. 49** (1993), 175-181, ISSN 0021-8995.
- [3] Bide M. et al.: Bifunctional surface modification of polyester, *AATCC Review*, **Vol. 3** (2003) 11, 24-28, ISSN 1532-8813
- [4] Grancarić, A. M., Tarbuk, A: EDA Modified PET Fabric Treated with Activated Natural Zeolite Nanoparticles. *Materials Technology*. **Vol. 24** (2009) 1; 58-63, ISSN 1066-7857
- [5] Grancarić, A. M., Tarbuk, A. & Majcen le Marechal, A. Functionalization of PET Fabric by Ultrasound and Natural Zeolite, *Proc. Internat. Conf. Latest Advan. in High Tech Textiles and Textile Materials*, Gent, Ghent University, (2009) 219-224, ISBN 978-908-1392426
- [6] Đorđević, D. et al.: Commercial and Laboratory Application of Enzymatic Lipase Preparation in the Polyester Fabric Processing to Improve the Sorption and Dyebility Properties, *Tekstil*, **Vol. 55** (2006) 8, 402-409, ISSN 0492-5882
- [7] Grancarić, A. M. i sur.: Electrokinetic behavior of textile fibers, *Polimeri*, **Vol. 23** (2002) 6, str. 121-128, ISSN 0351-1871
- [8] Grancarić, A. M., Tarbuk, A. & Pušić, T.: Electrokinetic Potential of Some of the Most Important Textile Fabrics; *Coloration Technology*, **Vol.121** (2005) 4, str. 221-227, ISSN 1472-3581
- [9] DIN 53924:1978 *Bestimmung der Saugge-schwindigkeit von textilen Flächegebilden gegenüber Wasser (Steighöhenverfahren)*, Deutsches Institut für Normung, (1978)

Zahvala

Ministarstvu znanosti obrazovanja i športa Republike Hrvatske i Ministarstvu za znanost i tehnološki razvoj Republike Srbije za financijsku potporu bilateralnom projektu „Multifunkcijski tekstilni materijali u zaštiti okoliša“.



SEKCIJA D

ODJEVNA I OBUĆARSKA TEHNOLOGIJA

SECTION D

CLOTHING AND FOOTWARE TECHNOLOGY

POVIJEST I PRIMJENA KONCA

HISTORY AND USE OF SEWING THREAD

Žaklina DOMJANIĆ; Beti ROGINA-CAR & Darko UJEVIĆ

Sažetak: Opisana je povijest konca za šivanje i vezenje, te ujedno njegova bliska veza s razvojem strojeva za šivanje i vezenje. Otkrićem i razvojem ušice šivaće igle započinje povijest konca. Razvoj konca za šivanje započeo je vrlo rano u prapovijesti, u obliku lanenog vlakna. U radu se daje pregled razvoja šivaćeg konca od vremena prije Krista do danas. U novije vrijeme značajan je razvoj konca specifične upotrebe za šivanje radne odjeće, zaštitne odjeće, zračnih jastuka, automobilskih sigurnosnih pojaseva, namještaja i kožne galanterije. Ako izostane kvaliteta šava, neupitan je izostanak kvalitete gotovog proizvoda. Razlikuje se funkcija šava prema glavnim karakteristikama u upotrebi, jer odjeća treba biti udobna, tehnički tekstil funkcionalan, a namještaj čvrst.

Abstract: The history of the sewing and embroidery thread is described, and its close relationship with the development of sewing and embroidery machines. The invention and development of the sewing needle eyelet marks the beginning of the sewing thread history. The development of the sewing thread began very early in prehistory in form of the flax fiber. The paper presents an overview of the sewing thread development in the time before Christ up to the present. The development of specific types of the sewing thread has been recently registered, such as threads for sewing work clothes, protective clothes, air bags, car safety belts, furniture and leather fancy goods. If the seam quality is missed, the lack of the finished product quality is unquestionable. The function of the seam differentiates in relation to the use, because clothes should be comfortable, technical textiles should be functional and furniture should be tough.

Ključne riječi: konac, primjena konca, povijest konca, šav

Keywords: sewing thread, thread use, thread history, seam

1. Povijest konca

Otkrićem ušice igle, 17500 godina prije Krista, započela je povijest šivaćeg konca [1]. Igle su se izrađivale od kosti, rogova, slonovače ili riblje kosti, na način da su se finim kamenim fragmentima bušile ušice igle. Dvije tisuće godina prije Krista Babilonci, Egipćani i Židovi njegovali su visoku kulturu lanenog vlakna. Godine 440. prije Krista pamuk ja stigao u Europu. Već 350 godine prije Krista u Kini se razvila tehnika dobivanja svile. Ta tri prirodna vlakna bila su osnovna vlakna za proizvodnju šivaćeg konca. Tradicionalna proizvodnja lana u mnogim sjevernim europskim područjima bila je potisnuta u prvoj polovici 19. stoljeća zbog proizvodnje pamuka. J. Mercer 1844. godine otkriva postupak mercerizacije pri kojem je moguće proizvesti pamučni konac nalik svili, a dvije godine kasnije, 1846. godine, Amerikanac E. Howe patentira šivaći stroj koji radi s dva konca, odnosno dvostrukim ubodom. Po njegovoj ideji uslijedila je prva industrijska proizvodnja šivaćih strojeva te 1860. godine I. M. Singer osniva tvrtku „Singer“ [1].

Grof Hilaire de Chardonnet uspio je 1884. godine proizvesti umjetnu celulozu. Time je potkrijepio misao Engleza R. Hookea iz 1665. godine da se može proizvesti umjetni konac iz otopine. Značajan napredak postiže 1887. godine tvrtka Wilcox & Gips izradom šivaćeg stroja s trooscilirajućim hvatalom. C. H. Stearn 1898. godine patentira proizvodnju viskozno vlakna, te se 1900. godine na svjetskom pariškom sajmu prvi put predstavljaju viskozni konci, pređe i tkanine [1].

Industrija šivaćih konaca 1922. godine kao novitet predstavlja prvi konac od merceriziranog pamuka - do tada su se proizvodili samo matirani konci. Godine 1924. uvodi se pojam Reyon za viskozna filamentna vlakna. Amerikanac dr. W. H. Carothers 1928. godine započinje istraživanja za polimerizaciju i sintetsku izgradnju iz supstanci visoke molekulske mase te se 1930. razvija poliester (PES) za proizvodnju konca. Njihova karakteristika je da se istežu, što za posljedicu daje elastičnost i veću prekidnu čvrstoću. Zbog niskog tališta ta su vlakna pogodna za proizvodnju konca i tekstilija, pa Carothers nadalje istražuje poliamid (PA). E. Hubert, H. Papst i H. Hecht 1931. godine ispredaju prvo vlakno iz polivinilklorida (PVC) kao prvo kemijsko vlakno. Ta se godina smatra godinom rođenja kemijskih vlakana, a 1938. godine započinje

proizvodnja poliamidnih vlakana trgovačkih naziva Nylon i Perlon, dok je proizvodnja PES-a započela 1941. godine. Godine 1954. PES i PA koriste se za proizvodnju šivaćeg konca [1,4].

2. Primjena konca

Uvijanem najmanje dviju pređa predenih i/ili filamentnih, od kojih je barem jedna jednonitna, nastaje končana pređa (konac). Za izradu konca najčešće se koriste prirodni materijali pamuk, svila i lan, te umjetni materijali PA (poliamid) i PES (poliester). Konac za šivanje izrađuje se najčešće iz pređe koja je ispredena, što znači da je načinjena uvijanem vlakana („S“ ili „Z“ smjer), uz istodobno istezanje. Finoća konca izražava se u texima. Uz standardnu pređu koristi se i efektna pređa kojom se dobivaju različiti vizualni i strukturni efekti šava na površini materijala [5]. „Šivani šav je definiran kao niz šivaćih uboda ili niz tipova šivaćih uboda na jednom ili više slojeva materijala za šivanje“, čija čvrstoća ovisi o najslabijoj točki njihova spoja [6]. Konac je jedan od bitnih faktora u tvorbi šava. Njegova funkcija je prvenstveno spajanje dva ili više sloja materijala, na način da se integrira što je moguće više u materijal. Budući da se teži sve više prema malim serijama, unikatnoj proizvodnji odjeće visoke kvalitete bitan je pravilan odabir konca [6,7].

2.1 Primjena konca pri izradi radne odjeće

Kvaliteta šivaćeg konca određuje kvalitetu šava, pored kvalitete tkanine (pletiva i sl.) i parametara procesa šivanja. Radna odjeća u upotrebi izloženija je habanju i visokim naprezanjima u poprečnom i uzdužnom smjeru. Potrgani šavovi posljedica su loše kvalitete šava. Visoka čvrstoća, dobra otpornost na habanje, dobar izgled dijelova izloženih habanju, uravnoteženo ponašanje pri istezanju i skupljanju, dobra svojstva njege, zahtjevi su koje konac mora zadovoljiti. Konci za radnu odjeću uglavnom se proizvode iz 100% PES-a. Končana pređa, čija je PES jezgra opredena pamukom, zadržala se kao tradicionalna pređa pri izradi radne odjeće. Razlog tome je termička otpornost takvih konaca kod šivanja teških i gustih tkanina. Temperatura igle do 250 °C, koja se postiže pri šivanju srednje teških materijala, može izazvati termička oštećenja konca i materijala. Danas je većina modernih šivaćih strojeva u tekstilnoj industriji opremljena uređajem za hlađenje konca, čime se smanjuje termičko oštećenje. Za gustoću uboda preporučuju se 4 uboda/cm. Veći broj uboda koristi se za opterećenije dijelove, što dovodi do povećanja čvrstoće i elastičnosti materijala.

2.2 Primjena konca pri izradi zaštitne odjeće za vatrogasce

Kad odjeća mora biti rezistentna na djelovanje plamena, zračenje ili prštenje metalnih iskri, sami šavovi moraju zadovoljavati iste potrebe kao i materijal koji spajaju. Pri izradi zaštitne odjeće za vatrogasce važno je držati se propisa i normi koje su strogo propisane i uključuju propise vezane za šivaće šavove, a time i konce. Sami proizvodi strogo se kontroliraju te samo certificirani proizvodi mogu biti u primjeni. Konci koji i kod direktne izloženosti plamenu i visokoj temperaturi garantiraju siguran šav, konci su iz meta ili para-aramida. Dva najpoznatija tipa aramidnih vlakana su Nomex i Kevlar, oba razvijena od DuPointa. Površina tekstilnih materijala za zaštitu protiv plamena u pravilu se sastoji od tih vlakana ili od posebno modificiranih sintetskih vlakana. Konfekcionirani odjevni predmet može zadovoljiti funkcijski profil ako posjeduje sastavni homogenitet šivaćeg konca i samog materijala. Konci od meta ili para-aramida i pri visokim temperaturama ne gore, ne tale se niti kapaju već pougljene, odnosno razgrađuju se tek pri temperaturama od 370°C do 425°C. Daju jednoličan izgled i imaju dobra preradbena svojstva u procesu šivanja. Filamentni konci iz meta ili para-aramida posjeduju vrlo visoka tehnička svojstva i garantiraju sigurnost šava. Sama gustoća uboda (broj uboda po cm) propisana je strogim propisima i normama, koja ovisno o debljini materijala i samoj namjeni iznosi 3-4 uboda/cm.

2.3 Primjena konca pri izradi zračnih jastuka

Zračni jastuci ubrajaju se u sigurnosne standarde automobila. Budući da zračni jastuci imaju specifičan zadatak – ublažiti udarac, a time i spasiti život, njihova izrada mora biti besprijekorna. Stoga, ako u proizvodnji dođe do pucanja konca, nepravilnosti šava ili oštećenja materijala, odmah dolazi do prekida rada. Linijska identifikacija osigurava dokumentaciju cjelokupnog proizvodnog procesa i omogućuje kontrolu i spremanje svih relevantnih proizvodnih parametara. Za izradu su definirane posebno propisane norme po ISO TS16949. Upotrijebljeni materijali, npr. šivaći konac, moraju zadovoljiti zahtjeve koje propisuju proizvođači automobila. Zračni se jastuci izrađuju isključivo iz tkanina od multifilamentnih niti. Zbog ograničenja zahtjeva visoke kvalitete (bez ikakvih grešaka) te visokih zahtjeva na kvalitetu šivaćeg konca, drugi tipovi konca ne dolaze u obzir. Konci koji se upotrebljavaju za šivanje zračnih jastuka moraju imati jednoličnu kvalitetu. Multifilamentne niti daju najbolje preduvjete dobre kvalitete. Šivaći konci za zračne jastuke izrađuju se iz PA 6,6, a rjeđe iz PES-a, sirovine koje osiguravaju visoka svojstva otpornosti na

kidanje, habanje, termička opterećenja. U Europi se danas najčešće primjenjuju PA 6,6 za postizanje homogenosti između šivaćeg konca i samog materijala, dok se u Aziji i Americi više primjenjuju PES multifilamentne niti. Sami šavovi zračnog jastuka izloženi su toplini i u pravilu su šivani s aramid-multifilamentnim koncem (meta, para-aramid). Upotrebljavaju se još i PA-4,6 multifilamentne niti koje u odnosu na PA 6,6 podnose više temperature. Finoća samog konca strogo je definirana i najčešće iznosi Nm 20/3. Time se završetak niti/konca učvršćuje i sprječava otvaranje konca. U pravilu su gornji i donji konac različite boje kako bi se olakšala vizualna kontrola šava. Konci za izradu zračnih jastuka moraju zadovoljiti stroga pravila kvalitete, primjerice finoća konca, čvrstoća, istezanje, rastezanje ili elastičnost.

2.4 Primjena konca pri izradi automobilskih pojaseva

Automobilski pojasevi dio su sigurnosne opreme u automobilu. Životni vijek automobila procjenjuje se na 15 godina. Najmanje za to vremensko razdoblje mora se garantirati besprijekorno funkcioniranje. K tome dolaze svakodnevna opterećenja trenja u upotrebi i djelovanje dnevnog svjetla koje uzrokuje starenje. Šivaći konci kao vezivni element i njihova pravilna prerada odlučuju o opterećenju cjelokupnog spoja. Zajedno s relevantnim šivaćim parametrima, tip šivaćeg uboda (šava) i gustoća uboda određuju čvrstoću šava. Na temelju sigurnosne relevantnosti i upotrijebljenih materijala za pojaseve, potrebni su konci s posebnim stupnjem kvalitete. Čvrstoća kidanja, rastezanje i otpornost habanja (trenja) ovdje ima odlučujuću ulogu. Multifilamentni konci najbolje mogu izdržati zadana opterećenja. Najčešće se upotrebljavaju multifilamentni konci od PES-a, a rjeđe se upotrebljavaju poliamidni-6,6 multifilamentni konci. Finoća šivaćeg konca („u“ smjerova) odabire se prema očekivanoj čvrstoći šava i u pravilu je specificirano propisana. Finoća konca kreće se od 8-15/3 tex. Finoćom konca od 8 tex može se postići linearna čvrstoća kidanja od cca 22500 cN, te odgovarajućom gustoćom uboda možemo osigurati visoku čvrstoću. Posebna pozornost kod svih konaca u automobilskoj industriji posvećuje se stabilnosti boje prilikom djelovanja sunčeve svjetlosti s visokim sadržajem UV zraka koje imaju negativno djelovanje, te može dovesti do promjene boje. Primjena tekstilija u motornim vozilima mora zadovoljavati više vrijednosti postojanosti boja nego što je to potrebno kod odjeće. Upotrebom specijalnih bojila dobiva se i veća postojanost boje. Stoga boja šava u unutrašnjosti automobila i nakon dugogodišnjeg djelovanja sunčeve svjetlosti ne gubi na intenzitetu. U području pojaseva preferira se proizvodnja u najučestalijoj, crnoj boji. Konci za automobilske pojaseve podliježu, kao i svi ostali u zaštitnom sektoru, strogim propisima kvalitete. Koristi se šav gustoće 2-4 uboda/cm. Gustoća šava je sastavni dio specifikacija za pojaseve i ima velik utjecaj na samu čvrstoću. Određivanje gustoće provodi se na osnovu šivaćeg konca, materijala, te veličine radne površine, duljine samih šavova te željene čvrstoće. U pravilu vrijedi: što je veća gustoća, veća je i čvrstoća šava. Prevelika gustoća uboda može izazvati oštećenja u obliku perforacija. Pored gustoće šava, za opis izgleda šava značajan je i broj uboda. Broj uboda propisan je standardom i određuje čvrstoću.

2.5 Primjena konca pri izradi namještaja

Izrada namještaja postavlja visoke zahtjeve na kvalitetu šivanja. Pri samoj konstrukciji važno je imati na umu funkcionalne kao i vizualne aspekte. Šavovi s jedne strane predstavljaju dekorativne vizualne efekte, a s druge strane određuju kvalitetu i čvrstoću proizvoda. Za besprijekorne šavove pri visokim uporabnim zahtjevima kod izrade namještaja važni su čvrstoća, otpornost na habanje i istezanje. Većina šavova pri samoj izradi i u upotrebi izložena je poprečnim i uzdužnim opterećenjima šava. U slučaju da nisu ispunjeni određeni parametri šava, dolazi do njegova pucanja. Pri izradi namještaja koriste se razni materijali: tkanina, pletiva, koža i umjetna koža, debeli ili tanki slojevi materijala - sve je moguće, a često se i kombinira. Zbog toga se parametri moraju individualno odrediti. Popravci kod namještaja su skupi i iziskuju dodatne troškove. Najčešće se za izradu namještaja koriste šivaći konci od PES-a i PA-a. Izbor samog konca određuje izbor materijala. Što se tiče samog konstrukcijskog tipa konca, koriste se svi tipovi.

2.6 Primjena konca pri izradi kožne galanterije

Kožna galanterija zahtijeva savršene šavove. Šavovi su idealan vezivni element gornjeg dijela cipele i đona. U izradi obuće najčešće se primjenjuju multifilamentni konci iz PES-a i PA-a. Oni su prikladni za šivanje kože koja je dominantni materijal za izradu obuće. Istovremeno nude visoki stupanj čvrstoće, otpornost na habanje, elastičnost i lakoću prerade. Kod izbora konca češće se izabire PES multifilamentni konac jer ima ujednačenu strukturu, te time univerzalnu primjenu, dok se PA konac koristi za obuću koja zahtijeva veća opterećenja – primjerice sportsku obuću - jer pokazuje veću prekidnu čvrstoću, otpornost na habanje i veću elastičnost. Za izradu zaštitne obuće često se koriste multifilamentni aramidni konci. Kod šivanja jezgrasti konac koristi se kao donji konac, dok se za igleni konac koristi multifilamentni konac za poboljšanje završetka šava. Za specijalne ukrasne šavove koriste se efektne pređe. Debljina konca odabire se prema materijalu, željenoj čvrstoći, te izgledu ukrasnih šavova. Ovisno o materijalu, broju slojeva i mjestu šivanja, odabire se gustoća uboda 2-6 uboda/cm. Što je gustoća uboda veća, čvrstoća šava je veća. Gustoća uboda

kod ukrasnih šavova odabire se prema željenom izgledu. Pregled primjene konca kroz njegovu upotrebu prikazan je u tablici 1 [8].

Tablica 1: Pregled primjene vrste konca, gustoće uboda i oznake tipa šivaćeg konca

Primjena	Vrsta konca	Gustoća uboda (ub/cm)	Oznaka tipa šivaćeg uboda
Radna odjeća	PES, PES/pamuk	4 ub/cm	301, 401, 502, 503, 504, 505, 103, 105
Zaštitna odjeća	Nomex, Kevlar	3-4 ub/cm	301, 401, 504
Zračni jastuci	PES, PA 6,6	2-5 ub/cm	301, 401
Automobilski pojasevi	PES, PA6,6	2-4 ub/cm	301
Namještaj	PES, PA 6,6	3 ub/cm	401, 502, 503, 504, 505
Kožna galanterija	PES, PA 6,6	2-6 ub/cm	301, 304, 504, 605

3. Zaključak

Šivaći konac kao vezivni element vrlo je bitan u procesu šivanja te odlučuje o izdržljivosti opterećenja cjelokupnog spoja. Proizvodi posebne namjene zahtijevaju visoku kvalitetu izrade, što direktno na šivaće konce stavlja visoke zahtjeve izgleda, čvrstoće, stabilnosti oblika, otpornosti na habanje i UV zračenje. Kod samog procesa šivanja dolazi do djelovanja vlačnih sila, koje za posljedicu imaju trenje koje dovodi do negativnog učinka na svojstva samog konca. Iz toga proizlazi da konac mora imati odgovarajuća svojstva koja će moći izdržati dinamička i toplinska opterećenja do kojih dolazi uslijed šivanja različitim brzinama. Odabir konca ovisi o materijalu, debljini slojeva, željenoj čvrstoći i izgledu šava. Upotreba šivaćeg konca u specijalne namjene strogo je određena normama, te se kod samog procesa šivanja vrši stalni nadzor.

Literatura

- [1] Amann Group: Geschichte, *Basic*, Amann & Söhne, Bönnigheim, str. 227-251
- [2] Sweing Airbags, Tekstil, **Vol. 52** (12) 640-641 (Source: Melliland International 9, 225, 2003)
- [3] Rudolf A., Geršak J.: Influence of Stitching Speed on the Changes of Mechanical Properties of Differently Twisted and Lubricated Threads During the Process of Sewing, Tekstil, **Vol. 56** (5) 271-277 (2007)
- [4] Geršak J.: Development Trends in Sewing Techniques and Garment Engineering, Tekstil, **Vol. 50** (5) 221-229 (2001)
- [5] Kovačević S., Dimitrovski K. & Hađina, J.: Pređa, *Procesi tkanja*, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN 978-953-7105-21-1, Zagreb, (2008)
- [6] Rogale D., Ujević D., Firšt-Rogale S., i sur.: Tehnologija šivanja odjeće, *Tehnologija proizvodnje odjeće sa studijem rada*, Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, ISBN 9958-624-08-7, Bihać, (2005), str. 1-19
- [7] ... Industrial products Marketing: The Technology of Thread & Seams, J&P Coats Limited, Glasgow, Scotland (1982)
- [8] Amann Group: Branchenspezifische Anwendungen, *Support*, Amann & Söhne, Bönnigheim, str. 189-283

UTVRĐIVANJE UTROŠKA KONCA ZA KONKRETNI ŠAV U PROCESU ŠIVANJA ODJEĆE

ESTIMATING THREAD CONSUMPTION FOR A PARTICULAR SEAM IN THE GARMENT SEWING PROCESS

Tomislav KOREN & Ksenija DOLEŽAL

Sažetak: Šavovi na odjeći konstrukcijski su definirani kao funkcija mode, lokacije na odjevnom predmetu i konfiguracije ljudskog tijela, zatim tehnološki kao funkcija strukture šivaćeg boda i strukture šivanog materijala. U radu je prikazan pristup izračunavanja utroška konca za svaki konkretni šav na gornjoj odjeći. Dobivani rezultati nužni su pri izradi kalkulacije za odjevni predmet kao i nabavnoj službi u poduzećima.

Abstract: Garment seams are constructionally defined as the function of fashion, position on the garment and human body configuration, and technologically as the function of a sewing stitch structure and the structure of the sewn garment material. The paper shows the way of calculating the thread consumption for a particular garment seam. The obtained results are necessary to calculate the cost of a garment and they are important for the purchasing official of a manufacturing plant.

Ključne riječi: šivaći bod, šivaći šav, utrošak konca

Keywords: sewing stitch, seam, thread consumption

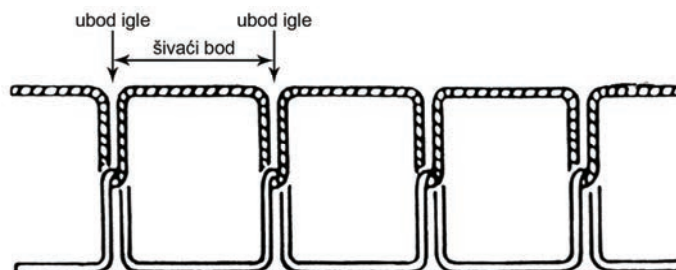
1. Uvod

Konfiguracija čovječjeg tijela nalaže da se iz tekstilnih materijala ili životinjskih koža izrežu dvodimenzionalni dijelovi odjeće koji će najbolje prianjati uz trodimenzionalno ljudsko tijelo. Pri iskrojavanju dijelova odjeće krojne linije egzaktno slijede, za određeni pomak, linije po kojima će biti šivani šavovi. Šavne linije proizlaze iz konstrukcijskih rješenja krojeva kao rezultat, prije svega, aktualnih modnih zahtjeva, potom konfiguracije tijela, te namjene odjevnog predmeta.

Međusobno povezivanje iskrojanih dijelova odjevnih predmeta ostvaruje se mehaničkom vezom pomoću konca oblikovanog u šivaće bodove. Niz šivaćih bodova oblikuje šivani šav.

2. Šivaći bodovi

Šivaći bodovi su elementarne vezne jedinice šivanog šava. Strukturalno se razlikuju obzirom na vrstu i namjenu odjevnog predmeta, kao i na lokaciju na samom odjevnom predmetu. Da bi nastao jedan šivaći bod, šivaća igla mora napraviti dva uboda (slika 1)



Slika 1: Prikaz uboda šivaće igle i nastanka šivaćih bodova

Dakle, broj šivaćih bodova (n_{sb}) u nekom šavu jednak je broju uboda šivaće igle (n_u) umanjenom za 1, kako se vidi iz slijedećeg izraza(1):

$$n_{sb} = n_u - 1 \quad (1)$$

Obzirom na veliku raznolikost šivaćih bodova, međunarodni standard ISO 4915 svrstao ih je u šest skupina s pripadajućim tipovima (tablica 1) [1,2]. Za potrebe ovog rada obuhvatit će se tri tipa šivaćih bodova iz različitih skupina koji se primjenjuju u procesu šivanja gornje odjeće.

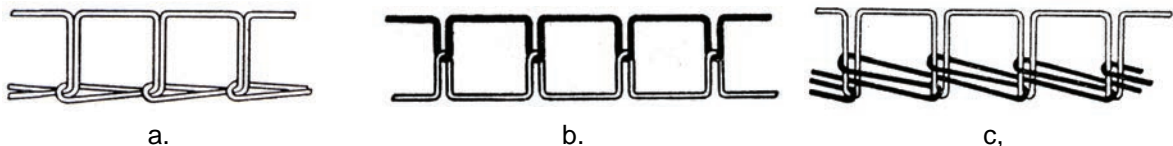
Tablica 1: Pregled šivaćih bodova prema međunarodnom standardu ISO 4915

Skupina tipova šivaćih bodova		Obilježja	Oznaka tipa šivaćeg boda
Oznaka	Naziv		
100	Jednostruki lančani	Oblikovani su od jednog iglenog konca (osim boda 102 s dva konca) karakteriziranih da su nastali ulančavanjem	101 102 103 104 105 107 108
200	Jednostruki zrnčani	Nastali od ručnih bodova. Karakteristični su po naizmjeničnom prolasku konca s jedne na drugu stranu materijala čime ga spajaju	201 202 204 205 206 209 211 213 214 215 217 219 220
300	Dvostruki zrnčani	Oblikovani su od dvije ili više skupina konaca, a opća karakteristika im je ispreplitanje dvije ili više skupina konaca. Konac jedne skupine prolazi kroz materijal i učvršćuje ga ispreplitanjem s petljama druge skupine konca	301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327
400	Dvostruki lančani	Sastoje se od dvije ili više skupine konaca. Te se skupine konaca međusobno ulančavaju ili isprepliću s drugim skupinama konaca	401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417
500	Opšivni lančani	Formiraju se od jedne ili više skupina konaca s temeljnom značajkom da se petlje najmanje jedne skupine konca vode oko ruba materijala	501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 521
600	Prekrivni lančani	Sastoje se od dvije ili više skupina konaca, a dvije grupe ulančavanjem prekrivaju obje površine materijala	601 602 603 604 605 606 607 608 609

Jednostruki lančani šivaći bod tipa 101 (slika 2a) koristi se za privremeno šivanje, a moglo bi se reći čak i predšivanje, koje traje tako dugo dok se na dotičnoj lokaciji ne izvede tehnološka operacija trajnog značaja.

Dvostruki zrnčani šivaći bod tipa 301 (slika 2b) koristi se na lokacijama odjevnog predmeta gdje šavovi svojom čvrstoćom trebaju udovoljiti određenim naprezanjima. Njihova je zastupljenost cca 62 % u tehnološkim operacijama šivanja muškog odijela [3].

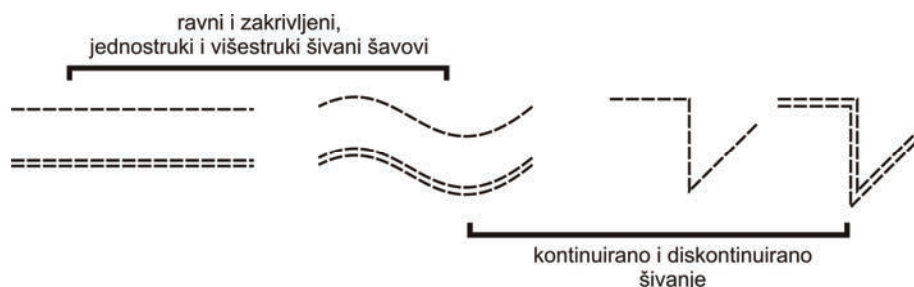
Dvostruki lančani šivaći bod tipa 401 (slika 2c) koristi se na tehnološkim operacijama s duljim šavovima kod kojih treba biti zastupljena primjerena elastičnost.



Slika 2: a) Jednostruki lančani šivaći bod tipa 101; b) Dvostruki zrnčani šivaći bod tipa 301; c) Dvostruki lančani šivaći bod tipa 401

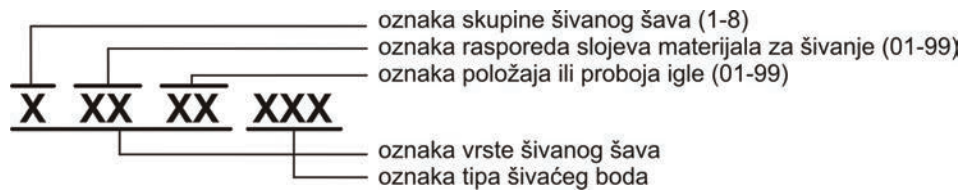
3. Šivani šavovi

Šivani šavovi mogu biti ravni i zakrivljeni. Mogu biti jednostruki i višestruki. Šivanje šavova može biti kontinuirano, gdje se smjer šivanja mijenja ne prekidajući postupak šivanja, te diskontinuirano, gdje se smjer šava mijenja prekidanjem postupka šivanja i okretanjem izratka oko šivaće igle za željeni smjer šivanja (slika 3).



Slika 3: Oblici šivanih šavova i načini šivanja

Prema standardu ISO 4916 šivani šavovi su obzirom na tip i najmanji broj komponenata, odnosno slojeva materijala za šivanje, raspoređeni u osam skupina [4]. Šivani šavovi definirani su peteroznamenkastom brojčanom oznakom koja označuje vrstu šivanog šava. Budući da se samo iz oznake šivanog šava sâm šav ne može tehnološki definirati, potrebno je toj oznaci pridružiti oznaku tipa šivaćeg boda. Time nastaje nova oznaka koja definira tip šivanog šava (slika 4).



Slika 4: Shematski prikaz oznake tipa šivanog šava

4. Utrošak konca za konkretni šav

Utrošak konca može se utvrditi sljedećim metodama [2]:

- instrumentalnim mjerenjem utroška konca pomoću mjernog pretvornika duljine konca i digitalnog brojlara tijekom šivanja šava,
- izvlačenjem i mjerenjem duljine konca iz sašivenog šava,
- korištenjem tablica i
- pomoću matematičkih izraza.

Budući da je kod planiranja proizvodnje i nabave materijala potrebno poznavati specifikaciju materijala prije proizvodnje, prva metoda iako najtočnija, te druga, kao vrlo točna, nisu u stanju iskazati svoje rezultate prije šivanja konkretnog šava. Treća metoda daje približne rezultate. Brzo utvrđivanje utroška konca moguće je primjenom matematičkih izraza, što daje zadovoljavajuće rezultate koji su poznati i prije nabave materijala. Već nakon završene konstrukcije kroja može se za svaki konkretni šav utvrditi utrošak konca na temelju poznavanja strukture šivaćeg boda i šivanog materijala.

U dosadašnjim radovima B. Knez [5] daje matematički izraz kojim se dobiva utrošak konca u mm kao čista supstancija za jedan šivaći bod. Za šivaći bod tipa 101 matematički izraz je (2):

$$U_k = 3d_u + 2d_m \text{ [mm]} \quad (2)$$

D. Rogale i sur. [2] daju modificirani matematički izraz kojim se dobije utrošak konca u metrima, ali za jedan cm šivanog šava. Za šivaći bod tipa 101 matematički izraz je (3):

$$U_k = \frac{B_u(3d_u + 2d_m)}{1000} \text{ [m]} \quad (3)$$

gdje je:

- d_u – duljina šivaćeg boda [mm]
- d_m – debljina šivanog materijala [mm]
- B_u – broj šivaćih bodova na duljini od jednog centimetra [šb/cm]
- 1000 – pretvorbeni faktor

Da bi se taj matematički izraz za utrošak konca mogao primijeniti za konkretni šav, potrebno je faktor B_u zamijeniti faktorom $\frac{L_{šš}}{l_{šb}}$ čime nastaje novi izraz. Ako se tom izrazu pridruži nužni ostatak šivaćeg konca

nakon završetka šivanja, koji u šivaćim strojeva s automatskim rezalom iznosi 100 mm za svaki konac ugrađen u šivaći šav, tada matematički izraz za šav šivan šivaćim bodom tipa 101 glasi (4):

$$U_k = \frac{(3l_{šb} + 2d_m) \frac{L_{šš}}{l_{šb}}}{1000} + r \text{ [m]} \quad (4)$$

gdje je:

- U_k – utrošak konca [m]
- $l_{šb}$ – duljina šivaćeg boda [mm]
- d_m – debljina šivanog materijala [mm]
- $L_{šš}$ – duljina konkretnog šivanog šava [mm]
- 1000 – pretvorbeni faktor
- r – konstanta na kraju tehnološkog postupka šivanja, iznosi 100 mm za svaki šivaći konac u šivanom šavu

Analogno ovom izrazu, utrošak konca za konkretne šavove šivane šivaćim bodom tipa 301 je (5):

$$U_k = \frac{2(l_{sb} + d_m) \frac{L_{ss}}{l_{sb}}}{1000} + r \quad [m] \quad (5)$$

a za konkretne šavove šivane šivaćim bodom tipa 401 matematički izraz je (6):

$$U_k = \frac{2(2l_{sb} + d_m) \frac{L_{ss}}{l_{sb}}}{1000} + r \quad [m] \quad (6)$$

U praksi je često zanimljiva komparacija raznolikih šivanih šavova. Ona se iskazuje utroškom konca u metrima na jedan metar duljine šivanog šava. U tom slučaju matematički izraz za šav šivan šivaćim bodom tipa 101 je (7):

$$U_k = \frac{(3l_{sb} + 2d_m) \frac{1000}{l_{sb}}}{1000} \quad [m / m] \quad (7)$$

Uz tehnološku kategoriju utrošak konca ima i ekonomsku kategoriju jer se rezultati primjenjuju pri izradi obračunske kalkulacije za odjevni predmet, kao i službi nabave materijala u poduzećima.

5. Zaključak

Pri utvrđivanju utroška konca u procesu šivanja odjeće važnu ulogu ima tip šivaćeg boda jer je prema njemu definiran svaki konkretni šav šivan dotičnim tipom šivaćeg boda, bez obzira na lokaciju unutar odjavnog predmeta. Poznavajući strukturu šivaćeg boda i šivanog materijala, ovim je pristupom moguće temeljem konstrukcijskih rješenja odjavnog predmeta utvrditi utrošak konca već i prije šivanja konkretnih šavova. Ta rješenja doprinose ažurnosti službe nabave materijala, kao i operativnoj pripremi pri izradi obračunske kalkulacije za odjevni predmet.

Literatura

- [1] ISO 4915: Sewing machines, stitch types; classification and terminology, (1981)
- [2] Rogale, D. i sur.: *Tehnologija proizvodnje odjeće sa studijem rada*, Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, ISBN 9958-624-08-7, 2004., str. 6-4
- [3] Horvat, A.: Analiza tipova šivaćih bodova i šavova u tehnologiji šivanja muških odijela, Studentski rad nagrađen rektorovom nagradom, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za odjevnu tehnologiju, Studij u Varaždinu, Varaždin, (1997), str. 12-37
- [4] ISO 4916: Sewing machines; Seam types; classification and terminology, (1981)
- [5] Knez, B.: *Tehnološki procesi proizvodnje odjeće*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, (1994), str. 105-106

HIGHSTICK® - TEHNOLOGIJA VEZENJA ZA INOVATIVNE TEHNIČKE PRIMJENE

HIGHSTICK® - EMBROIDERY TECHNOLOGY FOR INNOVATIVE TECHNICAL APPLICATIONS

Romy NAUMANN & Petra FRANITZA

Sažetak: U tehnološkom smislu raznolikost u tekstilnoj industriji znači koristiti postojeći potencijal klasičnih tehnologija za otvaranje novih tržišta za mala i srednja poduzeća i pronalaženje inovativnih primjena u tehničkim tekstilnim proizvodima. Jedan primjer takvog procesa proširenja proizvodnog programa je Growth Core highSTICK® koji je pokrenula Njemačka vlada. Partneri iz industrije vezenja, tekstilnog oplemenjivanja, elektroničke industrije i strojarstva kao i institucije za istraživanje i razvoj rade zajedno interdisciplinarno na pronalaženju novih rješenja za prošivanje tekstilnih i netekstilnih materijala i na preradi novih materijala i sustava materijala. Trenutno se radi na sedam tehnološki orijentiranih projekta od kojih se dva projekta predstavljaju u ovom radu i na odgovarajućem posteru.

Abstract: Diversification in the textile industry means in a technological sense to use the existing potential of classical technologies to open up new market fields for small and medium-sized enterprises and to find innovative applications in technical textile products. One example for such a diversification process is the Growth Core highSTICK® initiated by German government. Partners from embroidery industry, textile finishing, electronic industry and mechanical engineering as well as R&D institutions are working together interdisciplinarily to find new solutions in stitching of textile and non-textile materials and the processing of new materials or material systems. Seven technologically oriented projects are currently carried out, two of them are presented in this paper and a related poster.

Ključne riječi: tehnologija vezenja, nove primjene u tehnološkim proizvodima, proces razlikovanja, građevinski tekstil, medicinski tekstil, Growth core highSTICK®

Keywords: embroidery technology; new applications in technical products; diversification process; building textiles; medical textiles; Growth core highSTICK®

1. Introduction

Within regional Growth Core highSTICK® companies, research institutions and educational institutions from Region Plauen-Greiz-Chemnitz joined their forces to take classical embroidery into a new dimension of technical stitchery.

The Growth Core was founded in 2007 to open up new market fields for small companies almost established in stitchery traditions by using the advantages of the stitching technology for research and development of new applications in innovative technical products. The project is funded by German Federal Ministry of Education and Research. 28 partners are involved in the Growth Core. The partners are coming from stitchery industry, textile finishing, electronic industry, and mechanical engineering as well as from research and educational institutions. The goal of the project is to focus on using the existing threading technique with its geometrically flexible positioning for products in the field of building industry, medical engineering and automotive engineering. Due to a further development of the classical technology, innovative products can be manufactured transferring the advantages of textiles into materials like metal, synthetics or metal-matrix-composites. Such products are on the one hand flexible in application and on the other hand reinforcements can be exactly placed to achieve better mechanical properties.

In the Regional Growth Core highSTICK® seven technologically oriented sub-projects are running in the following fields:

1. Building textiles

- Sensor-based textile reinforcement for building structures
- Embroidered panel heat systems
- Pipe inliner with special structures of the inner surface

2. Mobile textiles

Strengthening structures for hollow casting components
 Embroidered sensors as switching and control elements

3. Medical textiles

Individual fictionalization of bandages/orthoses
 Cooling sleeve used under cast in accident surgery or sports medicine

The Growth Core bundles the innovative forces of regions Western Saxony and Eastern Thuringia in a cluster for technical textiles. The aim is to establish an international excellence and production centre for technical stitchery. For more information on highSTICK[®] see: www.highstick.de

STFI is the leading partner and coordinator in several projects. Two of the projects will be presented in the following paper.

2. Textile cooling sleeve for applications under cast

Ankle fractures and radius fractures of the forearm are the most frequently bone fractures at all. First therapy measure is the immobilization of the foot or the arm by a cast. In the most cases a so-called split cast is fixed. A longitudinal cut gives certain mobility to the inflexible cast. Normally, the injured body part is strongly swelled and bears painfully against the cast. Usually, the swell is alleviated by ice packs. This solution is insufficient and can cause local hypothermia.

The aim of the project is the development of a flexible textile cooling sleeve which can be used under cast to cool adjusted to the needs and at constant temperatures to alleviate strong swells, reduce pain and to shorten the time until an operation is needed and which is possible only after swell decrease.

By a special punching method adapted from the classical embroidery, tubes for cooling media can be fixed flexibly and non-destructively to elastic textile backing fabrics. The material of the cooling sleeve is an elastic fabric which has been already used as a medical product for bandages.

A stitching machine from company ZSK was extended by technical modifications. The material with a width of 20 cm and so can be stitched via a variably adjustable stitching frame with pneumatic clamps. An active bobbin carrier with positive transportation to uptake tubes is integrated into the machine control.

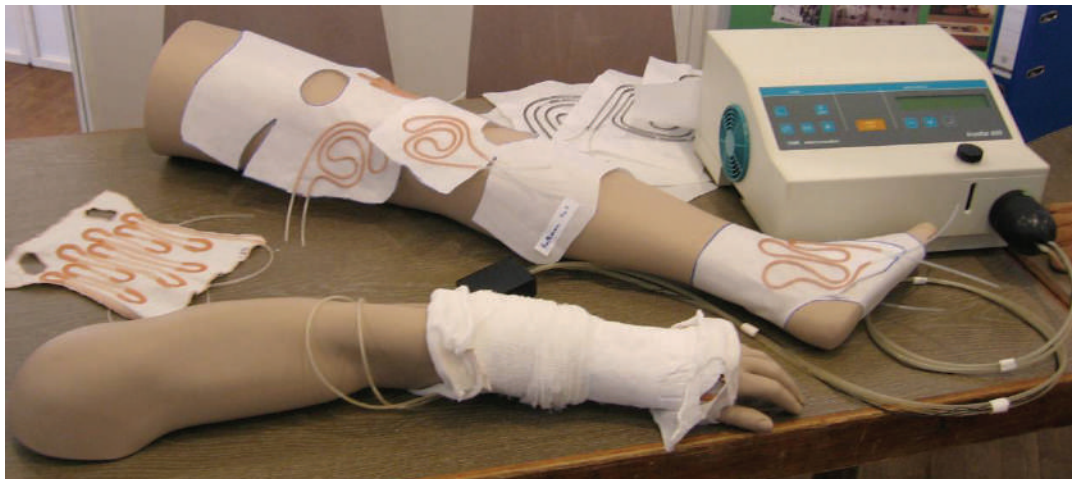


Figure 1: Cooling sleeve with cooling system

The achievable cooling performance is determined by the flow rate depending on the inner tube diameter and the coverage rate of the tubes. The arrangement depends on the stitching pattern as well as the bending radius. Tube material with preferably low diameters is used to avoid pressure marks.

The first practical tests were carried out and the technical feasibility of the developed solution could be demonstrated. The proof of effect is currently being done in a clinical study. Medical tests with the developed cooling sleeve are being executed for forearm and ankle (Figure 1).

Further development work is required to minimize the cooling system. The previously used system is too large, too heavy, too noisy and not mobile enough. Future project work includes the development of a mobile cooling system.

Project officer at STFI:

Jens Mählmann: jens.maehlmann@stfi.de

3. Sensor-based textile reinforcement

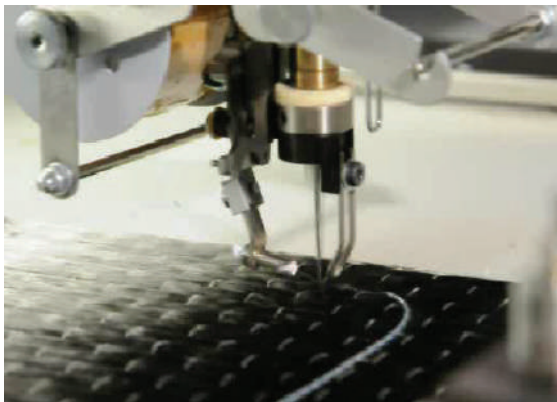
During lifetime, buildings lose their initial stability either because of aging or overloading. Reliable systems for the reconstruction of buildings are needed to ensure safety.

Increases in safety of bearing structures/roof bearing systems are achieved by combining monitoring systems with reinforcing textiles. Thus, existing safety gaps in the field of bearing systems can be closed.

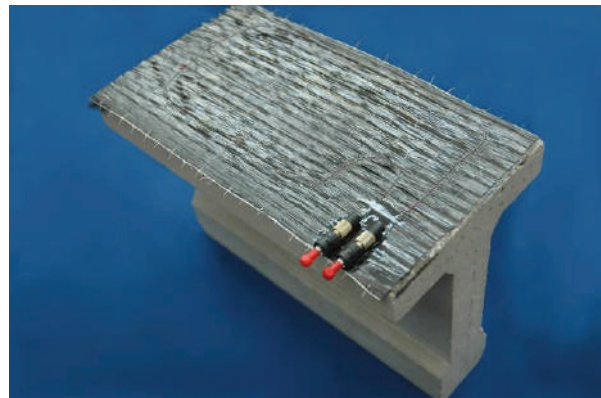
The aim of the project is to develop multi-functional textile structures for reinforcement of bearing structures as well as for monitoring. Technical and technological prerequisites to fix optical sensors to carbon fiber lamellas by stitching are necessary to ensure the functional safety of the sensor system and the reinforcing system.

Available carbon fiber composite structures were classified and subjected to several textile-physical tests. Two textile structures with a closed fabric structure were identified as particularly suitable for stitching processes. The stitching of the sensors can be carried out in a variable arrangement without any additional auxiliary materials or backing fabrics (Figure 2a).

Different machine adaptations were required to fix the sensor onto the fabric composite without any damages. Adjustable pneumatic side clamps were mounted to implement and to ensure an infinitely variable change in the fabric width. Based on hydraulic power transmission the carbon fiber lamellas are side fixed (Figure 2b).



a.



b.

Figure 2: a) Stitching of carbon fibre lamellas; b) Concrete beam with carbon fibre lamella equipped with optical sensors. The lamellas equipped with optical sensors were laminated onto concrete beams at „Hochschule für Wirtschaft, Technik und Kultur“ in Leipzig and put to breakage in bending tensile tests. During these tests the performance of the sensors was determined. Via redundant data logging the gained values were tested and assessed as very well.

Next steps in the project focus on optimization of machine adaptation, dynamic static load tests and long term tests at concrete beams, determination of textile-physical performance parameters, optimization of process steps for the production of lamellas, especially the ready-making of the connector system and laminating the system, as well as field tests.

Project officer at STFI:

Elke Thiele: elke.thiele@stfi.de

The protection of innovation within the Growth Core Initiative highSTICK[®] has a very high priority. Therefore, all project partners meet regularly in a so called "Patent Regulars' Table" to discuss the strategy for IP protection and exploitation. At the moment all project results have been protected either by patent or by utility

model or both. Furthermore, the logo of the Growth Core Initiative has been protected as word and figure mark.

The following list of all IPR is mentioned in the table:

Table 1: Overview of IPR for highSTICK®

1. Textile cooling sleeve for applications under cast
Applicant: Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. Date of application: 27.10.2008 Status: examination in progress
2. Sensor-based textile reinforcement – Lamella for retrofitting and monitoring bearing structures and method for production and application
Applicant: Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. <u>2.1 Patent number:</u> DE 10 2008 052 807.2 Date of application: 17.10.2008 Status: granted <u>2.2 Patent number:</u> EP 094 000 50.2 Date of application: 16.10.2008 Status: examination in progress
3. Logo: highSTICK
Applicant: Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. Date of application: 13.09.2007 Number of figurative mark: 307 59 827.6/24 Number of word mark: 307 60 175.7/24 Status: registered trade mark

4. Conclusions:

In the paper is shown how classical technologies such as embroidery can be successfully used for innovative products in several fields of technical textiles. Diversification is important to use available experience and equipment to open up new application fields. Diversification processes occur where structural changes in industry take place.

References:

- [1] Growth Core highSTICK® - Structural change in the embroidery branch, *Melliand Textilberichte* **Vol. 89** (2008) 11-12, pp. 457, **ISSN** 0341-0781
- [2] Elsner, H.; Kroll, L.: Structure integrated sensors in fibre reinforced composites, mtex - 2. Internationale Fachmesse & Symposium für Textilien und Verbundstoffe im Fahrzeugbau, 02.-05.-06.2008 in Chemnitz, Germany
- [3] Elsner, H.; Heinrich, M. & Kroll, L.: Technological aspects in production of sensor structures in textile materials, *Melliand Textilberichte* **Vol. 89** (2008) 1-2, pp 26, **ISSN** 0341-0781
- [4] Kroll, L.; Gelbrich, S.; Elsner, H.: Series production technology for high-performance fibre composite components with structure integrated sensors, *Computer Assisted Mechanics and Engineering Sciences*, **Vol. 14** (2007) 4, pp. 659-663, **ISSN** 1232-308X
- [5] Textile cooling sleeve for applications under cast, Available from <http://www.textilforschung.de> Accessed: 2009-11-15



SEKCIJA E

ISPITIVANJE TEKSTILIJA

SECTION E

TEXTILE TESTING

SVOJSTVA OBOJENJA POLIESTERSKE TKANINE OBOJENE KOMPLEKSIMA SALICILIDIN-3-HIDRAZONO-2-INDOLINONA

COLORING PROPERTIES OF POLYESTER FABRIC DYED BY SALICYLIDINE-3-HYDRAZONO-2-INDOLINONE COMPLEXES

Sandra KONSTANTINOVIĆ; Dragan ĐORĐEVIĆ; Slavica ILIĆ & Miodrag ŠMELCEROVIĆ

Sažetak: Kompleksni spojevi Schiffove baze, kao što su salicilidin-3-hidrazono-2-indolinon s divalentnim metalnim ionima bakra i nikla, sintetizirani su i procijenjen je učinak obojenja poliesterskog vlakna. Svi kompleksni spojevi su karakterizirani spektralnim i elementarnim analizama. Kemijski spojevi su pokazali vrlo dobru supstantivnost za poliesterska vlakna (PES) i dobar učinak obojenja prema CIEL^{*}a^{*}b^{*} sustavu i zadovoljavajuće iscrpljenje

Abstract: The complexes of Schiff base, such as, salicylidine-3-hydrazono-2-indolinone with divalent copper and nickel metal ions, were synthesized and their dyeing performance on polyester fiber assessed. All complexes were characterized by spectral and elemental analyses. The compounds showed very good substantivity for polyester (PES) fibers and good dyeing performance by the CIEL^{*}a^{*}b^{*} system and satisfactory exhaustion.

Ključne riječi: Schiff baza, kompleks, bojadisanje, poliesterski materijal, CIEL^{*}a^{*}b^{*}

Keywords: Schiff base, complex, dyeing, polyester fabric, CIEL^{*}a^{*}b^{*}

1. Introduction

Isatin has been known for about 150 years and has been recently found, like oxindole and endogenous polyfunctional heterocyclic compounds, to exhibit biological activity in mammals [1]. Isatin also is a synthetically versatile substrate that can be used to prepare a large variety of heterocyclic compounds, such as indoles and quinolines, and as a raw material for drug synthesis [2]. Some isatin derivatives exhibit antiplasmodial activity [3].

Isatin-Schiff base and its complexes are known to possess a wide range of pharmacological properties including antibacterial, [4, 5] anticonvulsant, [6] anti-HIV [7] antifungal [4] and antiviral activity [8]. However, there are enough results about isatin derivatives when it comes to dyeing properties in textile industry. The aim of this work was to test isatin-Schiff base complexes on dyeing properties in treating a polyester (PES) fabric.

2. Experimental

2.1 Materials

The characteristic parameters of a 100% pure polyester fabric used for all experiments are:

- Weave, twill cloche, left-hand
- Area weight (g/m²), 220
- Warp and weft yarn count (tex) per 17x2
- Warp setting (cm⁻¹) 32
- Weft setting (cm⁻¹) 22.

The chemicals used for the synthesis of the compounds were obtained from Aldrich and Merck Chemical Company without further purification. The solvents used were of spectroscopic grade.

Salicylidine-3-hydrazono-2-indolinone copper (II) chloride (SHI-CuCl₂) and salicylidine-3-hydrazono-2-indolinone nickel(II)chloride (SHI-NiCl₂) were synthesized by the standard procedure [9-10]. Their structure has been already published [9].

The fabric dyeing was performed in the LINITEST apparatus for laboratory dyeing with a temperature-time regime such as shown at Fig.1.

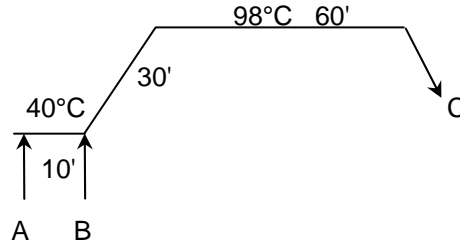


Figure 1: Temperature-time regime for LINITEST apparatus (A – Dye; B - Ultravon dispersant; C - rinsing)

Samples of a PES fabric were treated in an aqueous dye-liquor (ratio 1:50) containing 1% dye and 1 g·dm⁻³ dispersant. The PES fabric colored is shown in Fig. 2. To avoid any subjective judgment when it comes to a visual evaluation of fiber dyeing, we used CIEL*a*b* control system of textile dyeing, reflection spectrophotometer, and specific computer software.

In this work, we measured the reflectance (remission) of textile samples using the reflection spectrophotometer Dye Eye 3000 (ICS – TEXICON) connected with a personal computer and a specific software system. Using this procedure, it is possible to obtain not only the degree of reflection, but also Kubelka - Munk function that expresses the reflection coefficient dependence on the fiber dye content. In addition, the software provided CIEL*a*b* parameters important to make difference in the degree of dyeing textile samples.

3. Results and discussion

Commonly, the polyester fibers are dyed with disperses dyestuffs. The isatin Schiff base and its complexes, such as disperse dyes, are relatively small molecules with very low water solubility, and they have substantivity for hydrophobic fibers such as polyester. For example, these dyestuffs can be dyed onto hydrophobic fibers from an aqueous solution [11].

Fig. 2 shows reflection dependence on wavelength for dyeing samples of PES fabrics and values for K/S. As it can be seen, processing with 3-salicylidenehydrazono-2-indolinonenickel(II)chloride shows low reflectance and high K/S curve. This suggests a great adsorbivity of this potential dye. It cannot be said for 3-salicylidenehydrazono-2-indolinonecooper(II)chloride, also shown in this figure.

The parameters L*, a*, b*, C*, H* (Table 1) show the same as well as the figure of reflection and parameter K/S above. For example, the undyed PES sample has the value L* = 91.71 for the light source D65 (Tab. 1), while for the sample dyed by SHI-NiCl₂ the value is L* = 68.95. The sample is darker (both samples); it is obvious that the samples were dyed with complexes. It is similar with other parameters of the CIEL*a*b* system.

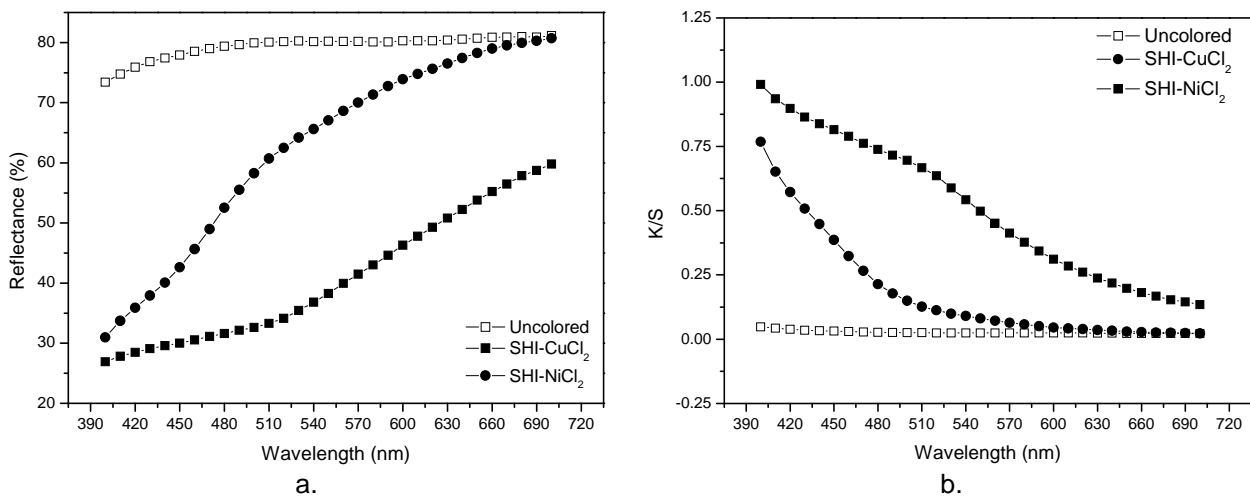


Figure 2: Spectral reflectance curves (a) and K/S curves (b) of the PES fabric dyed with complexes

Parameter a* is negative on the undyed sample (more green than red), while positive for samples dyed with complexes (more red than green). Parameter b* is positive on all samples (more yellow than blue). Also, the

difference between shades, i.e., tone of dye (H^*) and saturation (C^*) of the dye on the sample is observable. The results for tone, on the dyed samples, are lower than the result for the undyed sample, while saturation is higher on the dyed samples than on the undyed PES sample.

Table 1. CIEL*a*b* parameters for undyed PES and dyed sample

Sample	Light source	L*	a*	b*	C*	h
Undyed	D65 10 Deg	91.71	-0.55	1.65	1.74	108.27
	A 10 Deg	91.71	0.01	1.53	1.53	89.70
	F2 10 Deg	91.73	-0.38	1.82	1.86	101.88
SHI-CuCl ₂	D65 10 Deg	85.11	0.70	22.25	22.26	88.21
	A 10 Deg	86.57	5.59	22.93	23.60	76.29
	F2 10 Deg	86.10	0.38	25.25	25.26	89.14
SHI-NiCl ₂	D65 10 Deg	68.95	8.00	12.29	14.67	56.93
	A 10 Deg	70.68	10.45	14.81	18.13	54.80
	F2 10 Deg	69.92	5.36	14.22	15.19	69.35

Figure 3 shows the directly dyeing effect of salicylidine-3-hidrazono-2-indolinone copper(II)chloride and salicylidine-3-hidrazono-2-indolinone nickel(II)chloride.

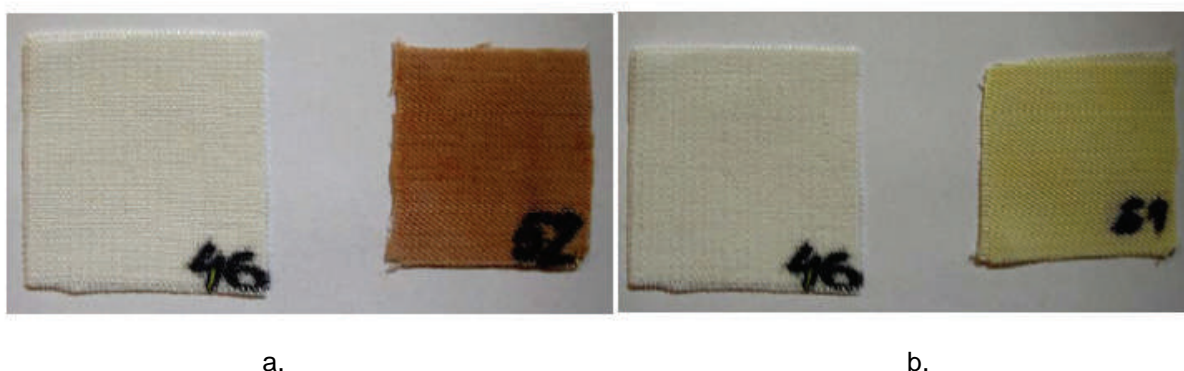


Figure 3: Photos of PES before and after dyeing with: a) 3-salicylidenehydrazono-2-indolinonenickel (II) chloride and b) 3-salicylidenehydrazono-2-indolinone copper(II) chloride

4. Conclusion

Isatin derivatives, associated with the amino heterocyclic, can be used for dyeing polyester fabrics. These compounds when applied on the synthetic fabric showed very good substantivity for polyester fibers, dyeing them with good coloring performance according to the CIEL*a*b* system which characterized quantitative and qualitative coloring property.

Providing that Schiff bases with donors (N, O, S) have structural similarities with natural biological systems and importance in elucidating the mechanism of transformation and rasemination reaction in biological systems. These are non-toxic for humans, environment and use in textile material processing. They save the living world, and they are ecological compounds.

References

- [1] Somogyi, L.: Transformation of Isatin-3-acylhydrazones under acetylating conditions: Synthesis and structure elucidation of 1,5'-disubstituted-3'-acetylspiro[oxindole-3,2'-[1,3,4]oxadiazolines], *Bulletin of Chemical Society of Japan*, **Vol. 74** (2001), pp. 873-881
- [2] Da Silva, J.F.M., Garden S.J. & Pinto A.C.: The Chemistry of Isatins: a Review from 1975 to 1999, *Journal of Brazil Chemical Society*, **Vol. 12** (2001), pp. 273-324
- [3] Chiyanzu, I. et al.: Design, synthesis and anti-plasmodial evaluation in vitro of new 4-aminoquinoline isatin derivatives, *Bioorganic Medical Chemistry*, 13 (2005), pp. 3249-3261
- [4] Konstantinović, et al.: Antimicrobial activity of isatin-3-thiosemicarbazone, *Journal of Serbian Chemical Society*, **Vol. 73** (2008), pp. 7-13
- [5] Jarrahpour, A., et al.: Synthesis, Antibacterial, antifungal and antiviral activity evaluation of some new bis-Schiff bases of isatin and their derivatives, *Molecules*, **Vol. 12** (2007), pp. 1720-1730
- [6] Varma, M., et al: Anticonvulsant activity of Schiff bases of isatin derivatives, *Acta Pharmacologica*, **Vol. 54** (2004), pp. 49-56
- [7] Pandeya, S.N., et al.: Synthesis, antibacterial, antifungal and anti-HIV activities of Norfloxacin Mannich bases, *Eurepan Journal of Medicinal Chemistry*, **Vol. 35** (2000), pp. 249-255
- [8] Singh, S.P.: Synthesis of some 3-(4'-nitrobenzoylhydrazono)-2- indolinones as a potential antiviral agents, *Current Science*, **Vol. 52** (1983), pp. 766-769
- [9] Konstantinović S.S., et al: Thermal behaviour of Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II), Hg(II) and Pd(II) complexes with isatin-β-thiosemicarbazone, *Journal of Thermal analysis and calorimetry*, **Vol. 90** (2007), pp. 525-532
- [10] Konstantinović S.S., et al.: Synthesis and characterization of Co(II), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) complexes with 3-salicylidenehydrazono-2-indolinone, *Journal of Serbian Chemical Society*, **Vol. 68** (2003), pp. 63-70
- [11] Vashi H.J. & Desai K.R., Syntheses and dyeing performance of azo disperse dyes based on schiffs base system, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, **Vol. 21** (1996), pp. 225-227

Acknowledgments

The work is the result of a bilateral project of Serbia and Croatia, 2008-2010 and the authors are grateful to the Ministry of Science and Technological Development of Serbia which funded this project.

VOJSTVA FUNKCIONALNIH TEKSTILIJA NAKON PROFESIONALNE NJEGE

THE PROPERTIES OF FUNCTIONAL TEXTILES AFTER PROFESSIONAL TEXTILE CARE

Tanja PUŠIĆ; Antoneta TOMLJENOVIĆ; Ksenija VIŠIĆ & Tatjana RIJAVEC

Sažetak: Jedna od mogućnosti postizanja višefunkcionalnih tekstilnih materijala je kroz doradne procese. Zadovoljavajuća svojstva i njihova postojanost ovise o odabiru sredstava, uvjetima obrade i konstrukcijskim svojstvima tekstilija. Jedan od bitnih zahtjeva koji se postavlja na funkcionalne tekstilije je postojanost na održavanje. U ovom radu istražen je utjecaj postupaka profesionalne njege na svojstva tekstilija doradenih u svrhu postizanja bolje udobnosti, mekšeg opipa, lake njege i bolje prošivljivosti. Utvrđivanje funkcionalnih karakteristika tkanina prije i nakon profesionalne njege provedeno je ispitivanjem savojne krutosti u cilju definiranja opipa (ASTM D 1388-64: 1989), čvrstoće (EN ISO 13934-1:1999) i otpornosti na gužvanje (EN 22313:1992). Na temelju dobivenih rezultata vidljivo je da se postupak mokrog čišćenja može ponuditi kao alternativan postupak za održavanje funkcionalnih tekstilija.

Abstract: The application of finishing processes is one of the possible options to obtain functional textile materials. Proper as well persistent effects depend on the choice of applied agents, processing conditions and construction properties of textiles. One of the important demands is resistance to care procedures. The impact of textile care processes on the properties of functional textiles treated to achieve better comfort, softness, easy care and sewability is investigated. The testing of untreated and functional textile fabrics before and after washing and wet cleaning is done following standard procedures for the determination of stiffness in order to examine hand (ASTM D 1388-64: 1989), tensile properties (EN ISO 13934-1:1999) and wrinkle recovery (EN 22313:1992). The results indicate that the wet cleaning process can be applied as an alternative procedure in the care of functional textiles.

Ključne riječi: pamuk, funkcionalizacija, pranje, mokro čišćenje

Keywords: cotton, functionalization, washing, wet cleaning

1. Uvod

U procesima završnog oplemenjivanja materijal se ciljano obrađuje sredstvima u svrhu postizanja specijalnih svojstava i funkcionalnosti. U posljednje vrijeme naglašava se višefunkcionalnost, koju je moguće postići uporabom različitih ekološki prihvatljivih sredstava [1,2]. Obrada protiv gužvanja ili *easy-care* obrada celuloznih materijala postiže se obradom u kupelji koja sadrži reaktant, katalizator i aditive za poboljšanja opipa i uporabnih svojstava. Količina reaktanta za postizanje željenog efekta treba biti optimirana radi sadržaja formaldehida i mogućeg negativnog utjecaja na čvrstoću. Ugradnjom kompatibilnih aditiva u otopinu za apretiranje smanjuju se rizici i štete kod obrade smolama. Višestruki zahtjevi postavljeni na efekte *easy-care* obrade su: visoka postojanost; visoki kutovi oporavka u suhom i mokrom; minimalno skupljanje, habanje i gubitak čvrstoće; minimalan utjecaj na promjenu tona obojadisanih te požućenje bijelih tekstilija; dobra adsorptivnost; nizak sadržaj ili bez formaldehida; dobra otpornost na piling; ugodan opip [3].

Za poboljšanje opipa kao aditivi uz reaktant se najčešće dodaju aminofunkcionalni silikoni, a za poboljšanje sposobnosti na habanje poliuretanske emulzije. Jedan od temeljnih zahtjeva na apreturane efekte je postojanost na postupke održavanja. U ovom radu je istražen utjecaj postupaka održavanja na svojstva visokokvalitetnih laganih popelin pamučnih tkanina različitih konstrukcijskih karakteristika, namijenjenih izradi košulja. Tkanine su prethodno obrađene umreživačem i omekšivačima u svrhu postizanja smanjenog gužvanja i ugodnijeg opipa. Prema deklaraciji proizvođača tih tekstilija kao postupak održavanja preporuča se pranje i strojno sušenje. Uz preporučeni postupak pranja proveden je postupak mokrog čišćenja, kao mogući alternativni postupak održavanja. Postupak pranja i mokrog čišćenja provedeni su strojno kroz 10 ciklusa, a između ciklusa tekstilije su glačane. Ispitivanje svojstava funkcionalnih tekstilija provedeno je na neapretiranim, apretiranim i apretiranim opranim i očišćenim tkaninama kroz 1, 3 i 10 ciklusa. Ispitivanja kutova oporavka, krutosti savijanja i prekidne sile provedena su u skladu s normama.

2. Eksperimentalni dio

Istraživanja su provedena na pamučnim popelin tkaninama, definiranim kao artikli SAND i SOREL, čije su konstrukcijske karakteristike prikazane u tab. 1:

Tablica 1: Konstrukcijske karakteristike tkanina

Artikl	Gustoća plošnih proizvoda (niti/cm)				Plošna masa (g/m ²)	
	Neapretirani/A		Apretirani /B		Neapretirani/A	Apretirani /B
	O	P	O	P		
SAND	53,2	51,4	53,4	45,8	82,85	87,15
SOREL	53	40,8	54,1	40,3	107,61	114,88

Tkanine su u tvornici apretirane protiv gužvanja u svrhu postizanja svojstava lake njege. U tu svrhu su kombinirana različita sredstva, čiji su sastav i specifično djelovanje opisani u tab.2. Uz apreturu protiv gužvanja kombinirana je i opipna apretura u svrhu povećanja dodane vrijednosti popelina za košulje. Odabrana sredstva, kemijski sastav i specifično djelovanje na materijalu opisani su u tab.3.

Tablica 2: Sastav kupelji za apreturu protiv gužvanja

Sredstvo		Kemijski sastav	Specifično djelovanje
1	Visoko reaktivni umreživač s ekstremno niskim sadržajem formaldehida	Modificirana dimetilol dihidroksi etilen urea (DMDHEU)	Udobnost i laka njega (održavanje)
2	Katalizator	Magnezijev klorid	Katalizator umrežavanja

Tablica 3: Sastav kupelji za omekšavanje

Sredstvo		Kemijski sastav	Specifično djelovanje
1	Omekšivač	Emulzija funkcionalnog polidimetil siloksana i amida masne kiseline	Opip i smanjeno gužvanje
2	Omekšivač	Emulzija amino modificiranog polidimetil siloksana	Opip i smanjenje požućenja (visoke bjeline i briljantnost)
3 i 4	Kvasilo i Aditiv	Etoksilirani masni alkohol	Penetracija kupelji

Provedeno je strojno pranje (P) na 60 °C i sušenje ispitivanih uzoraka, standardnim programom za pamuk, u skladu s HRN EN ISO 6330:2003, uz dodatak pamučne balast tkanine uz primjenu standardnog deterdženta ECE Colour Fastness Test Detergent 77.

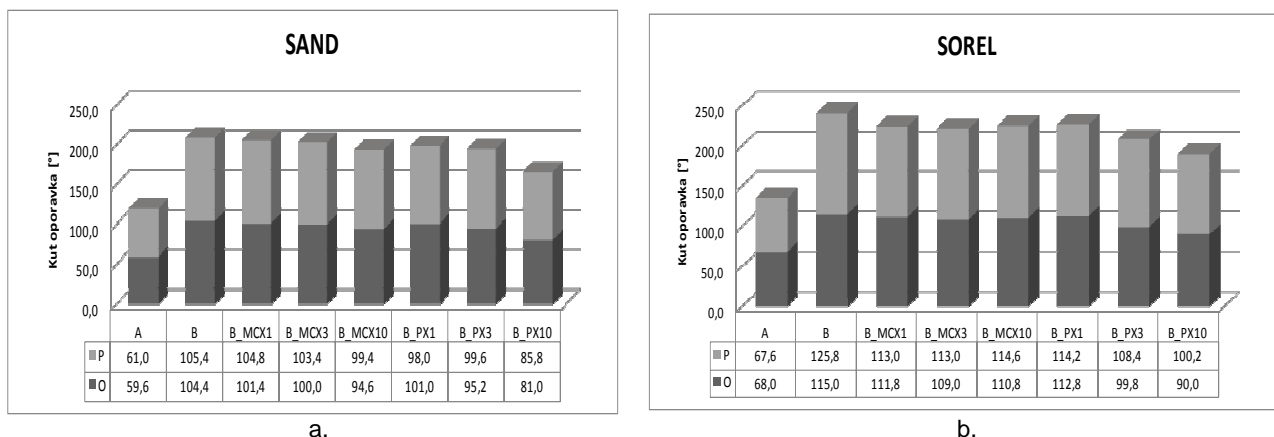
Postupak čišćenja (MČ) po *wet-care* preporuci uključuje obradu na 26°C uz malu mehaniku i vrijeme 47 min. Primijenjeno je sredstvo Oldopal Basic i Oldopal Pre-finish tvrtke Büfa, Oldenburg, Njemačka, te stroj za wet cleaning Schulthess Spirit ProLine.

Određivanje oporavka nakon gužvanja horizontalno presavijenog uzorka mjerenjem kuta oporavka ispitano je nakon 1, 3 i 10 ciklusa sukladno normi HRN EN 22313:2008. Krutost savijanja također je ispitana nakon 1, 3 i 10 ciklusa sukladno normi ASTM D 1388-64: 1989. Ispitivanje čvrstoće nakon 1, 3 i 10 ciklusa ispitano je metodom HRN EN ISO 13934-1:2008.

3. Rezultati i rasprava

Ispitivanje kuta oporavka apretiranih tkanina SAND i SOREL u smjeru osnove i potke prije i nakon pranja i mokrog čišćenja provedeno je u skladu s normom HRN EN 22313:2008. Iz rezultata prikazanih na sl. 1. vidljivo je da su kutovi oporavka SAND_A (neapretirane tkanine) po potci i osnovi gotovo jednaki (sl.1a). Obrada umreživačima uz dodatak aditiva utječe na povećavanje kutova oporavka, podjednako u smjeru potke i osnove. Održavanjem tkanina artikla SAND_B (apretiranih) u prvim ciklusima postupka mokrog čišćenja neznatno se smanjuju kutovi oporavka, a nakon 10 ciklusa kutovi oporavka u smjeru osnove i potke snižavaju se za oko 5% u odnosu na apretirani uzorak tkanine SAND_B. Mala promjena kutova oporavka apretirane tkanine SAND_B uočljiva je već nakon 1. ciklusa pranja. U daljnjim ciklusima te se promjene povećavaju, a nakon 10. ciklusa kutovi oporavka niži su za 15-20%. Apretirana tkanina SOREL_B (sl.1 b) ima visoke kutove oporavka u smjeru potke i osnove. Nakon 1. ciklusa mokrog čišćenja i pranja vrijednosti kutova oporavka po potci se smanjuju i taj intenzitet je naglašeniji u odnosu na artikl SAND. U daljnjim

ciklusima mokrog čišćenja promjene su neznatne. U procesu pranja izraženiji je pad kuta oporavka u oba smjera.



Slika 1: Grafički prikaz kutova oporavka neapretiranih i apretiranih tkanina prije i nakon mokrog čišćenja i pranja: a) artikl SAND; b) artikl SOREL

Ispitivanje krutosti savijanja neapretiranih i apretiranih tkanina provedeno je u skladu sa ASTM D 1388-64:1989. Rezultati su prikazani u tab.4.

Tablica 4: Rezultati izračuna krutosti savijanja uzorka

UZORAK	Neapretirani /A		Apretirani /B		B_MCX1		B_MCX3		B_MCX10		B_PX1		B_PX3		B_PX10		
	G [mg cm]																
SAND	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	
Broj mjerenja	1	235,0	530,2	29,4	29,4	39,8	21,8	29,8	36,2	29,5	29,5	29,6	24,1	19,4	26,9	22,5	27,9
	2	246,8	550,3	21,4	19,1	33,0	33,0	19,4	36,2	19,2	23,9	26,8	19,3	17,2	26,9	17,8	37,5
	3	246,8	472,8	21,4	29,4	29,9	29,9	29,8	26,9	29,5	23,9	32,7	24,1	17,2	19,4	27,9	25,1
	4	202,0	472,8	17,0	17,0	29,9	27,0	26,9	26,9	29,5	23,9	32,7	21,6	17,2	24,2	27,9	27,9
	\bar{x}	232,69	506,55	22,33	23,74	33,22	27,99	26,54	31,62	26,93	25,36	30,48	22,30	17,80	24,39	24,06	29,62
SOREL	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	
Broj mjerenja	1	223,8	249,1	72,7	35,0	46,2	31,0	46,1	38,0	38,6	42,6	75,8	36,5	57,8	52,8	61,7	51,7
	2	139,7	200,3	67,0	31,5	42,0	24,8	50,6	22,0	46,8	31,4	64,2	40,4	52,8	35,9	56,5	42,9
	3	236,2	236,2	51,6	42,8	46,2	34,4	50,6	38,0	42,6	38,6	64,2	29,5	48,2	39,7	67,1	42,9
	4	200,3	262,5	42,8	35,0	38,1	24,8	41,9	27,7	42,6	25,1	53,8	23,4	52,8	32,3	56,5	38,8
	\bar{x}	199,98	237,01	58,53	36,09	43,16	28,75	47,32	31,43	42,63	34,40	64,50	32,45	52,90	40,16	60,47	44,06

Krutost savijanja neapretiranog uzorka SAND_A značajno se razlikuje u smjeru potke i osnove. Apretiranjem te tkanine jako se smanjuje krutost savijanja, a dobivene vrijednosti po osnovi i potci gotovo su identične. Uočen je povoljan utjecaj apreture na krutost savijanja, što se može pripisati utjecaju omekšivača, kao aditiva umreživaču, u svrhu postizanja smanjenog gužvanja. Ekstremno visoka količina visokofunkcionalnih omekšivača uvjetovala je neznatan utjecaj načina održavanja kroz cikluse na krutost savijanja.

Tablica 5: Utjecaj apreture na promjenu prekidne duljine (R) epruvete u km

UZORAK		R [km]		ΔR [%]
		Neapretirani /A	Apretirani /B	
SAND	O	1,25	0,89	-29,3
	P	1,21	0,81	-33,1
SOREL	O	1,27	0,82	-35,7
	P	1,00	0,48	-51,7

Utjecaj sredstava za obradu protiv gužvanja na promjenu prekidne sile gotovo je uobičajena pojava. Promjene su iskazane preko prekidne duljine epruvete u km. Rezultati prikazani u tab. 5 jasno pokazuju da veličine prekidne duljine u km kod neapretiranih uzoraka u oba smjera prelaze vrijednost 1. Apretirani uzorci

(B) imaju niže vrijednosti od 1, što ukazuje na smanjenje te veličine. Utjecaj apreture posebno je intenzivan kod artikla SOREL u smjeru potke.

Promjena prekidne duljine apretiranih uzoraka tkanina SAND i SOREL nakon održavanja pranjem i mokrim čišćenjem prikazana je u tab. 5. Prekidna duljina apretiranih ispitivanih uzoraka neznatno se mijenja u održavanju postupkom mokrog čišćenja. Takav trend promjena mogao se i očekivati jer je apretura intenzivno utjecala na lošija mehaničkih svojstava. Postupak pranja apretiranih tkanina nije značajno utjecao na ispitivana mehanička svojstva, unatoč jačem mehaničkom djelovanju i višem alkalitetu kupelji za pranje u odnosu na uvjete mokrog čišćenja.

Tablica 5: Rezultati prekidne duljine epruvete nakon pranja i mokrog čišćenja

UZORAK		Neapretirani /A			Apretirani /B			B_MČX1			B_MČX3			B_MČX10		
		F [N]	m _A [g/m ²]	R [km]	F [N]	m _A [g/m ²]	R [km]	F [N]	m _A [g/m ²]	R [km]	F [N]	m _A [g/m ²]	R [km]	F [N]	m _A [g/m ²]	R [km]
SAND	O	519	82,85	1,25	386	87,15	0,89	378	88,81	0,85	388	88,53	0,88	417	87,42	0,95
	P	500		1,21			0,81			0,75			0,75			0,82
SOREL	O	683	107,61	1,27	469	114,88	0,82	418	112,90	0,74	441	112,63	0,78	427	114,30	0,75
	P	537		1,00			0,48			0,52			0,44			0,42
UZORAK		Neapretirani /A			Apretirani /B			B_PX1			B_PX3			B_PX10		
		F [N]	m _A [g/m ²]	R [km]	F [N]	m _A [g/m ²]	R [km]	F [N]	m _A [g/m ²]	R [km]	F [N]	m _A [g/m ²]	R [km]	F [N]	m _A [g/m ²]	R [km]
SAND	O	519	82,85	1,25	386	87,15	0,89	390	87,92	0,89	412	88,40	0,93	353	91,59	0,77
	P	500		1,21			0,81			0,78			0,79			0,76
SOREL	O	683	107,61	1,27	469	114,88	0,82	461	119,77	0,77	450	117,61	0,77	430	115,08	0,75
	P	537		1,00			0,48			0,40			0,46			0,45

4. Zaključak

Svojstva tkanina nakon apretiranja poboljšana su ako se analiziraju kutovi oporavka i krutost savijanja. Umrežavanjem pretkondenzata s celulozom pogoršavaju se mehanička svojstva apretiranih tkanina. Utjecaj pranja je nešto izraženiji u odnosu na mokro čišćenje, što je posljedica agresivnijih uvjeta procesa: alkaliteta sredstva, povišene temperature i jačeg djelovanja. Količina visokofunkcionalnog omekšivača u apreturnoj kupelji povoljno je utjecala na opip i pad. Promjene kuta oporavka, prekidne sile i krutosti savijanja apretirane tkanine su neznatne, što ukazuje na visoku postojanost apreture protiv gužvanja na pranje i mokro čišćenje. Postupak mokrog čišćenja pokazao se kao prihvatljivija opcija od pranja za održavanje funkcionalnih tekstilija.

Literatura

- [1] Soljačić, I. & Katović D.: Obrada protiv gužvanja celuloznih materijala i problematika formaldehida, *Tekstil*, Vol. 41 (1992.) 11, 545-554, ISSN 0492-5882
- [2] Bischof Vukušić, S. i sur.: Polikarbonske kiseline u obradi protiv gužvanja, *Tekstil*, Vol. 48 (1999) 11, 549-560
- [3] Heywood, D.: *Textile Finishing*, Society of Dyers and Colourists, (2003), ISBN 0 901956 81 3
- [4] Volz, W. W.: Easy Care for Cotton Fabrics, *International Dyer*, (2001) 6, 21-27, ISSN 0020-658X
- [5] Simončić, B. i sur.: Utjecaj komponenti na efekte multifunkcionalne uljeodbojne i antimikrobne apreture u kombinaciji s UV zaštitom, *Tekstil*, Vol. 54 (2005) 1, 1-11, ISSN 0492-5882

Zahvala

Zahvaljujemo tvrtki LEMIA d.o.o. koja nam je omogućila provođenje postupka mokrog čišćenja u profesionalnim uvjetima.

TERMALNI MANEKEN ZA TESTIRANJE TERMIČKIH SVOJSTAVA ODJEĆE

THERMO-MANNEQUIN FOR MEASURING THERMAL PROPERTIES OF CLOTHING

Budimir MIJOVIĆ; Uwe REISCHL & Ivana ŠPELIĆ

Sažetak: Termalni maneken za mjerenje termičkih svojstava odjeće simulira ljudsko tijelo i namijenjen je nošenju odjevnih predmeta. Fluid u obliku grijanog zraka cirkulira kroz model. Unutarnji temperaturni senzori mjere temperaturu ulaza i izlaza. Uvjeti okoline mogu se kontrolirati kako bi se omogućilo izvođenje pokusa kojim se ocjenjuje prozračnost i izolacijska svojstva odjevnog predmeta. To je važno prilikom dizajna radne odjeće i odjeće za specijalne namjene koja služi zaštiti i oblačenju tijekom rada u različitim uvjetima temperature, vlažnosti, itd. Upotreba termalnih modela sa simulacijom kretanja omogućuje predviđanje indeksa udobnosti usporedno s praćenjem realnog stanja.

Abstract: An Inflatable thermal mannequin for measuring thermal properties of a garment includes a mannequin having a form similar to human body and adapted to wear the garment. Fluid in the form of heated air is circulatory throughout the mannequin. Inner temperature sensors are affixed to the mannequin measuring input and output temperature. Environmental conditions are controllable so that experiments can be performed in order to evaluate breathability and thermal insulation of the garment. This is very important when designing professional work wear or clothing with specific purpose intended to protect and dress while working under different conditions (temperature, humidity...). The use of a thermal mannequin with movement simulation allows to predict comfort indexes in conformity with reality.

Cljučne riječi: termalni maneken, termička svojstava odjeće

Keywords: thermal mannequin, thermal properties of clothing

1. Uvod

Trenutno postoje dvije direktne metode za mjerenje toplinskih svojstva odjeće. Jedna metoda zahtijeva korištenje elektronski reguliranog manekena građenog od metala ili plastike koji se smješta unutar klimatizirane komore.

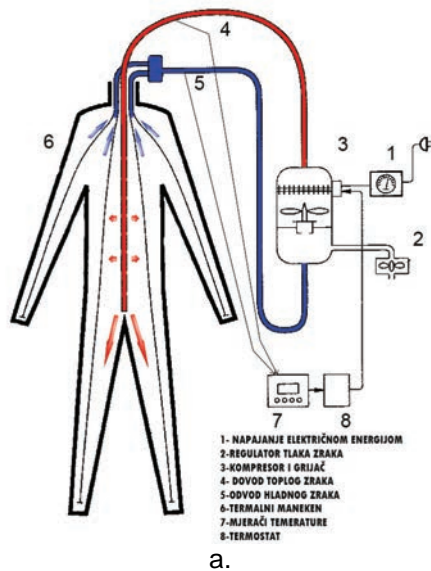
Drugi način zahtijeva izloženost ljudskog subjekta dok vježba i nosi opremu za nadzor vitalnih funkcija u uvjetima unutar klimatskih komora. Ovim se pristupom ljudski subjekt izlaže stresu, nelagodi te potencijalnom riziku za zdravlje [1-2].

1.1 Termalni maneken za mjerenje termičkih svojstava odjeće - opis patenta i princip rada

Termalni maneken je sustav koji se sastoji od lutke na napuhavanje, izvora zraka kojim vršimo napuhavanje i grijača namijenjenog zagrijavanju zraka smještenom između izvora zraka i ulaza u lutku za mjerenje termičkih svojstava odjeće [3].

Sustav osigurava jednostavnu metodu za kvantitativno ocjenjivanje konvektivne topline i topline koja se gubi isparavanjem putem znoja iz tijela kroz stacionarno i kroz dinamičko stanje (slika 1a). Lutka je montirana na nosivi okvir, opremljena cirkulatorom zraka kako bi se osigurao tok zraka s pozitivnim tlakom, unutarnjim i vanjskim vodovima za dovod i odvod cirkulirajućeg zraka, jedinicom za zagrijavanje zraka na određenu temperaturu te digitalnim elektroničkim temperaturnim senzorima zraka.

Slika 1b prikazuje aparaturu termalnog manekena.



a. b.

Slika 1: Termalni maneken: a) Shematski prikaz aparature; b) Aparatura termalnog manekena

1.2 Načini prijenosa topline

Odjeća utječe na razmjenu topline između ljudskog tijela i okoliša. Izolacijska svojstva odjeće ovise o dizajnu i vrsti materijala od kojeg je načinjen odjevni predmet, tjelesnoj površini pokrivenoj odjećom, slojevima odjeće te prilanjanju odjeće uz tijelo. Mjerenje otpora gubitkom topline odjećom može se koristiti za određivanje toplinske udobnosti u različitim okruženjima. Međutim, propusnost vlage i ventilacijske karakteristike važniji su čimbenici u uvjetima visokih temperatura, gdje isparavanje znoja ima ključnu ulogu u razmjeni topline između ljudskog organizma i okoline.

Mjerenje izolacijskih svojstava odjeće zahtjevna je metoda ovisna o mjerne tehnici i aparaturi kojom se provodi mjerenje. Ovaj laboratorijski sustav omogućuje mjerenje svih toplinskih parametara na jednostavan i ekonomičan način. Temperaturna razlika je osnovni preduvjet prijelaza topline koja se uvijek odvija spontano s toplijeg na hladnije tijelo. Kad je u sustavu tijelo-okolina-tijelo uspostavljena termodinamička ravnoteža, nema ni razmjene topline.

Postoje tri načina prijelaza topline: kondukcija (vođenje topline) je prijelaz topline između dvaju tijela u dodiru. Toplinska energija, u obliku kontinuiranih slučajnih gibanja tvarnih čestica, prenosi se istim silama koje djeluju na održavanje strukture same tvari, te se stoga može reći da se giba 'fizičkim' kontaktom čestica. Valja uočiti da se toplina također može prenijeti toplinskim zračenjem i/ili konvekcijom, i često se više ovih procesa odvija paralelno.

Konvekcija (strujanje) je usmjereno gibanje odnosno strujanje fluida (tekućina i plinova), u kojem se topliji fluid giba prema hladnijem i predaje toplinu okolini. Konvekcija je usmjereno gibanje odnosno strujanje fluida (kapljevina i plinova) - topliji fluid se giba prema hladnijem i predaje toplinu okolini. Radijacija (zračenje) je prijelaz topline koji se odvija putem elektromagnetskog zračenja. Sva ugrijana tijela zrače elektromagnetske valove. Prilikom grijanja nekog tijela, u njega se ulaže energija i atomi počinju titrati jer prelaze u pobuđena stanja (energija im se povećava).

2. Eksperimentalni dio

U eksperimentalnom dijelu korištena je mjerna metoda upotrebom elektronički reguliranog manekena građenog od plastike, koji se smješta unutar klimatizirane komore, kako bi se utvrdila termička svojstva odjeće. Odjevni predmeti testirani su oblačenjem na osnovno tijelo manekena koji se potom uključuje u rad. Tijekom testiranja praćeni su vanjski uvjeti okoline u obliku temperature i relativne vlažnosti zraka te ulazne i izlazne temperature samog sustava na mjernim uređajima.

Nova tehnologija sastoji se od lutke u obliku stajaće muške odrasle osobe koja je zagrijavana na određene temperature i pod određenim tlakom. Lutka je dimenzije koja odgovara standardu srednje veličine u

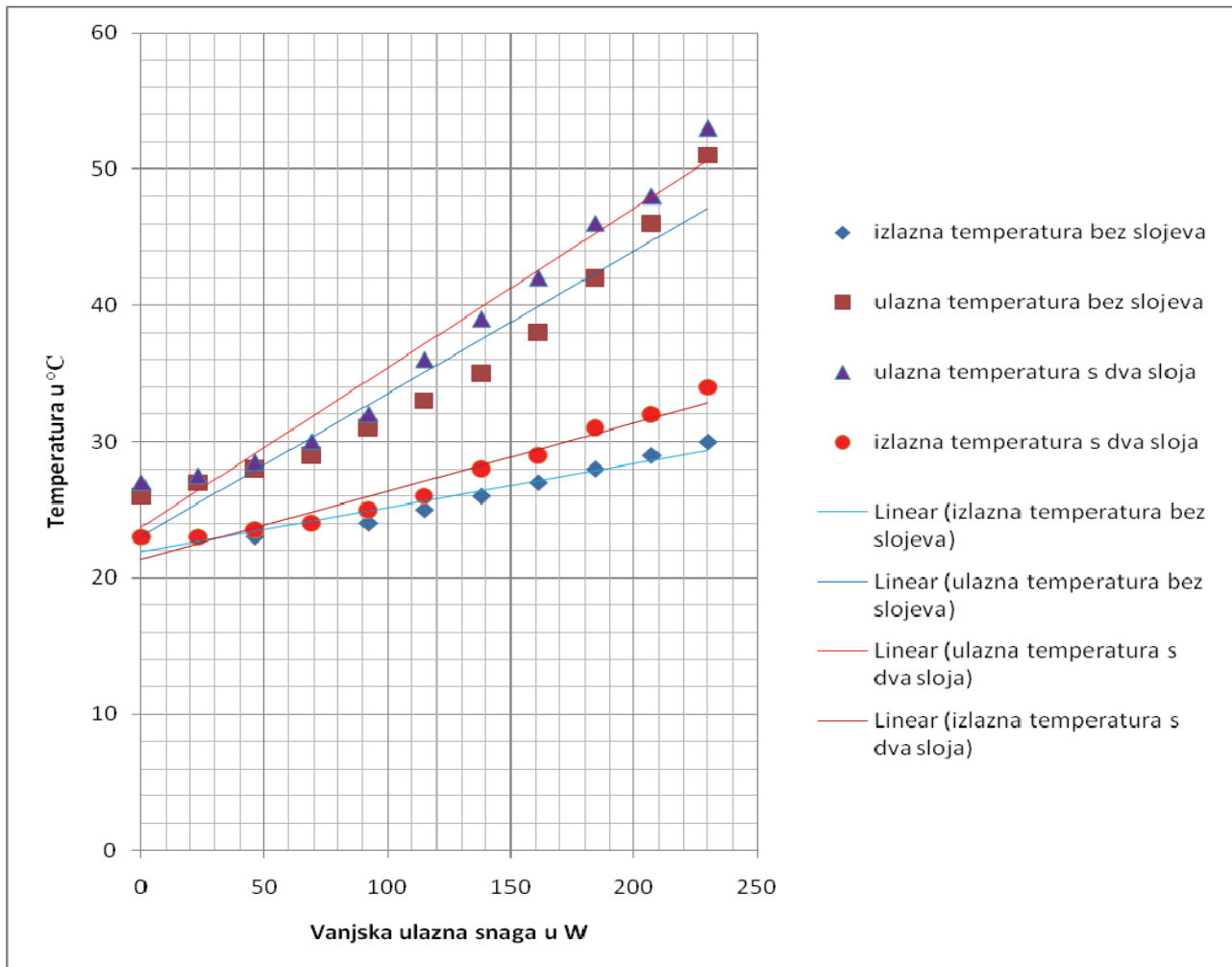
opisivanju muških odjevnih predmeta. Pokreti ruku i nogu aktiviraju se i kontroliraju sustavom kolutura i poluga, koji omogućava izvođenje pokreta hodanja i trčanja. Napajanje na lutki kontrolira se preko varijabilnog transformatora i održava na stalnoj razini tijekom svih eksperimenata. Temperature ulaznog i izlaznog zraka prate se pomoću digitalnih temperaturnih sondi. Odjeća sustava i gibanje neovisne su varijable u protokolu testiranja. Izlazna temperatura zraka koristi se kao ovisna varijabla.

Svi se testovi obavljaju u okruženju s kontroliranom temperaturom. Temperatura i relativna vlažnost okolnog zraka podešava se ovisno o uvjetima potrebnim za mjerenje. Lutka se zagrijava s 200 W snage, a izlazna temperatura zraka mjeri se tek kada sustav dosegne ravnotežu (oko 5 minuta). Izlazne vrijednosti temperature zraka koriste se potom za izračunavanje odgovarajuće ekvivalentne toplinske vrijednosti u vatima (W) pomoću jednadžbe (1) kojom se opisuje odnos između unesene topline u vatima (X os) i izlazne temperature zraka u °C (Y os):

$$X = \frac{Y-22}{0.065} [W] \quad (1)$$

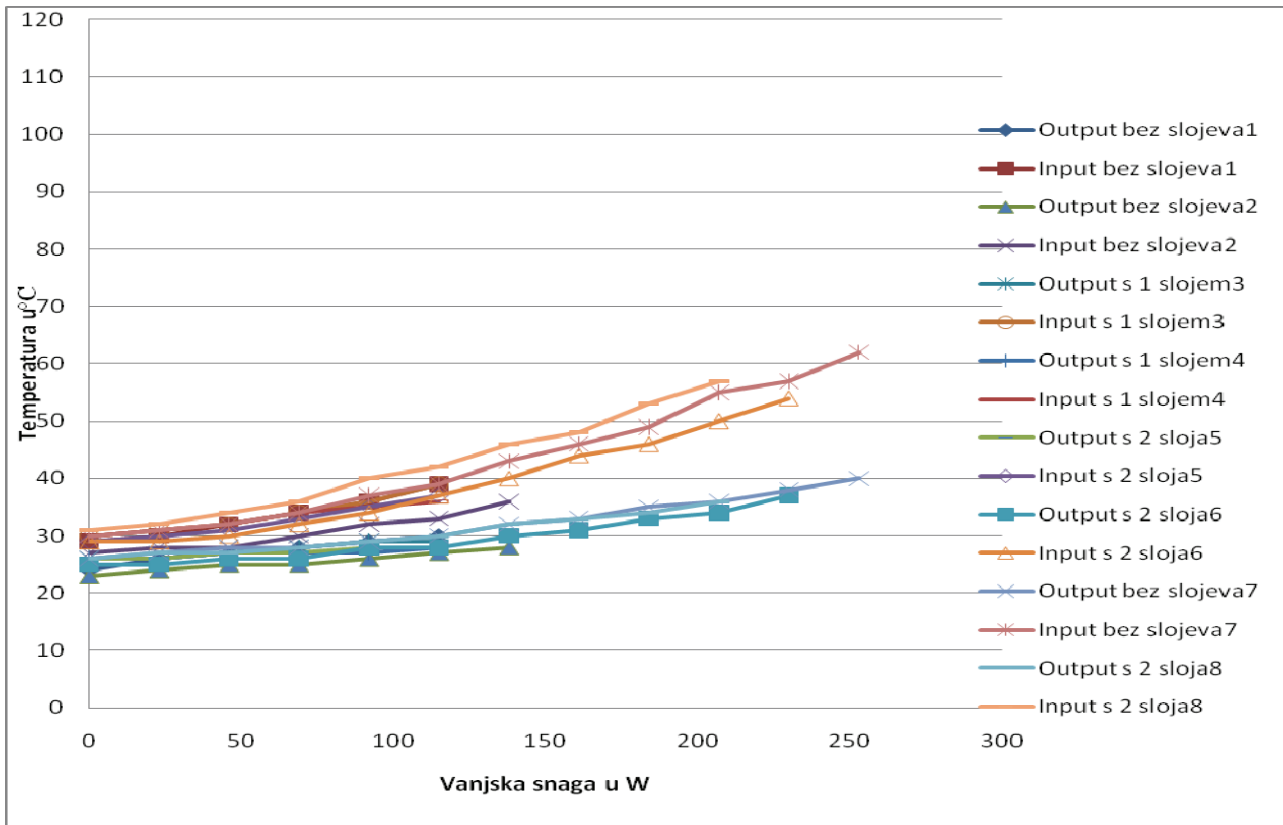
3. Rezultati i rasprava

Izolacija i ventilacija odjevnih predmeta određuje se usporedbom ulazne toplinske energije potrebne za održavanje temperature zraka unutarnje jezgre od 39°C pri vanjskoj temperaturi okolnog zraka ispod 20°C (slika 2).



Slika 2: Grafički prikaz rezultata

Kao što je vidljivo iz navedenih rezultata, povećanjem broja slojeva odjeće, koja je mjerena na termalnom manekenu, dolazi do porasta vrijednosti ulaznih i izlaznih temperatura sa svakim novim slojem odjeće (slika 3).



Slika 3: Grafički prikaz rezultata

Izolacijske vrijednosti mogu se promatrati kroz dodavanje slojeva odjeće na lutku. One predstavljaju ukupni toplinski utjecaj na lutku kao cjelinu u kojoj svaki pojedinačni odjevni predmet doprinosi ukupnoj izolaciji, i to oko 20W.

4. Zaključci

Kalibriranje i evaluacija vrijednosti pokazali su da je termalna lutka na napuhavanje novi instrument koji se može koristiti za procjenu toplinskih karakteristika različite odjeće [5]. Taj novi sustav može biti korišten za ocjenu ne samo udobnosti, već i potencijalnih zdravstvenih i sigurnosnih rizika povezanih s odjećom za rad u toplom i hladnom okruženju. Termalni se učinak odjeće kroz slojevito odijevanje te prisanjanje uz tijelo može procijeniti kvantitativno. Dobivene izolacijske vrijednosti mogu se oblikovati u matematički model kojim se objašnjavaju fiziološke posljedice za osobe koje rade u različitim termalnim uvjetima okoliša.

Literatura

- [1] Mijović, B., Skenderi Z., Salopek I.: Comparison of Subjective and Objective Measurement of Sweat Transfer Rate, *Coll. Antropol.* Vol 33 (2009) 2: 509–514, ISSN 0350-6134
- [2] ASHRAE: Thermal environmental conditions for human occupancy, ANSI/ASHRAE standard, Atlanta, (1989).
- [3] Dukes-Dobos, F. & Reischl, U.: Inflatable *Mannequin and System for thermal property measurement and associated methods*, US Patent, US 6, 581, 677 B2, USA, (2003)
- [4] Salopek Čubrić, I., Skenderi Z. & Mijović B.: Primjena termografije i subjektivnog ispitivanja pri evaluaciji udobnosti; *Sigurnost*, Vol. 51 (2009) 3: 193-200, ISSN 0350-6886.
- [5] Fukazawa, T. et al: Heat and water vapor transfer of protective clothing systems in a cold environment, measured with a newly developed sweating thermal manikin, *European Journal of Applied Physiology*, Vol. 92 (2004) 645-648.

ODREĐIVANJE METALNIH IONA NA POVIJESNOM TEKSTILU DETERMINATION OF METAL IONS ON HISTORICAL TEXTILES

Iva REZIĆ; Branka VOJNOVIĆ; Ljerka BOKIĆ & Bojana BREKO

Sažetak: Povijesne tekstilije često su bogato ukrašene raznim perlicama, čipkom, dugmadi, kovanim novcem, pa tako na njima nailazimo i na metalna vlakna, također u svrsi dekoracije. Svaki metal ima svoja fizičko kemijska svojstva te se pri restauraciji svaki zasebno čisti sa njemu svojstvenim reagensima. Prije same restauracije potrebno je izvršiti detaljnu analizu a u ovom radu nastojale su se ispitati brze i jednostavne metode koje bi se koristile pri analizi metala na povijesnom tekstilu a to su metode sistematske kvalitativne analize kationa i tankoslojne kromatografije. Prije same analize potrebno je razvlakniti metalne niti sa povijesnog tekstila što je jedan od dugotrajnijih zahtjevnijih procesa. Tek nakon što je uzorak pravilno pripremljen, pristupa se sistematskoj analizi. Metodom tankoslojne kromatografije provedeno je selektivno određivanje iona bakra, srebra, zlata, željeza, mangana i cinka tj. iona koji se najčešće mogu naći u povijesnim tekstilijama. Ispitan je utjecaj pokretne i nepokretne faze te reagensi za detekciju prisutnih metala.

Abstract: Historical textile materials often contain different metal items, like pearls, lattice, buttons and others, as well as metal fibers used for decoration purposes. Each metal has its own physic chemical properties and therefore has to be paid special attention during conservation and restoration steps by different reagents. Before the restoration processes, the first and the most important step is determination of all components on historical textile. Methods applied should be non destructive and sensitive enough to detect trace quantities of metals in small available sample amounts. Before the analysis, a long time consuming sample speciation is needed. After this a systematic analysis is performed. In this work a thin layer chromatography is proposed as a convenient analytical method for determination of copper, silver, gold, iron, manganese and zinc ions. Those metals were chosen since those can be usually found on historical materials. Investigation of the influences of mobile and stationary phases, as well as developing reagents for detection of present metals were investigated

Cljučne riječi povijesni tekstil, metalni ioni, sistematska analiza, tankoslojna kromatografija

Keywords: historical textile, metal ions, systematic analysis, thin layer chromatography

1. Uvod

O povijesnom tekstilu zna se veoma malo, iako je on nositelj važnih dokaza o svakodnevnom životu, poljodjelstvu, razmjeni dobara, migracijama naroda, razvoju umjetnosti i tehnike u različitim dijelovima svijeta kroz tisućljeća formiranja različitih kultura i identiteta naroda. Tekstilije su veoma neotporne zbog njihove krhkosti, a u očuvanom stanju mogu opstati samo u dobrim uvjetima. Nažalost, najčešći su pronalasci u kriptama i podzemnim grobnicama gdje su stajali po nekoliko tisuća godina izloženi vlagom, ekstremnim temperaturama, bakterijama i insektima [1,2]. Povijesni tekstil je pretežno sačinjen od prirodnih vlakana životinjskog i biljnog porijekla: vuna, svila, pamuk, lan, juta, razne dlake itd. i često je bogato ukrašen raznim perlicama, čipkom, dugmadi, kovanim novcem, pa tako na njima nailazimo i na metalna vlakna. Metalna vlakna u povijesnom tekstilu uglavnom imaju dekorativnu svrhu, uglavnom zbog svojih pozitivnih svojstva, npr. dobro reflektiraju svjetlo i dobri su vodiči topline, lijepih su boja, te se lako oblikuju.

Zbog svojih svojstava metalne niti su se prvo počele upotrebljavati na vunanim tkaninama, već od davnih vremena. Prve metalne niti su pretežno bile tanke vrpce od plemenitih metala, koje su se kasnije kombinirale sa biljnim i životinjskim vlaknima ili sa nekim organskim materijalima, kao što su koža i papir. Sama morfologija metalnih niti nije se mnogo mijenjala kroz godine, ali sama upotreba materijala, njihove kombinacije kao i tehnologija izrade, dosta se mijenjala tokom godina. Metalne niti rijetko se sastoje od čistih metala. Obično se manje plemeniti metal prekrivao sa tankim slojem plemenitijeg metala. Najčešće bi se metalne niti pozlaćivale ili posrebrnjivale. Pozlaćivanje organskih materijala izvodilo se pomoću zlatnih listića ili zlatnog praha te bi se spajalo pomoću ljepljivog medija ili glačanjem. Sve do početka XIX. st. za izradu metalnih niti prvenstveno se upotrebljavalo zlato, srebro i bakar. Također se ponekad koristio i cink kao komponenta bakrove legure. Danas, najčešće upotrebljavan metal za izradu metalnih niti je aluminij [2].

Organski materijal preko kojeg se navlači metalni sloj može biti na bazi celuloze (papir) ili proteina (koža, životinjska crijeva). Danas se u ovu svrhu upotrebljavaju sintetički materijali. Vlaknasta jezgra može biti od proteinskih vlakana (svila, vuna ili dlake) ili od onih na bazi celuloze (lan, juta, pamuk). Međutim, početkom XX. st sve se više upotrebljavaju umjetna vlakna [3-5]. Kod tekstilnih materijala prisustvo metalnih iona najčešće dokazujemo u metalnim vlaknima, određenim dodacima prišivenim uz materijal (metalna dugmad, perlice, kovani novac itd.) ili na samim oštećenjima uzrokovanim korozijom određenih metalnih predmeta, a pomoću kvalitativne analize kationa ali i tankoslojne kromatografije [6,7].

Svaki metal ima određena svojstva i različito ponašanje u određenim uvjetima, te se sukladno tome tretira sa reagensima specifičnim za određeni metal. Zbog različitih svojstava metala i njihovih iona, neophodno je provesti kvalitativnu analizu tj. identifikaciju iona, a tek se na osnovu dobivenih rezultata provodi prikladnu obradu tekstilnog, povijesnog predmeta. U ovom radu nastojale su se ispitati brze i jednostavne metode koje bi se koristile pri analizi metala na povijesnom tekstilu a to su metode sistematske kvalitativne analize kationa i tankoslojne kromatografije.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Priprema uzorka za analizu

Uzorak koji je korišten u ovome radu prikazan je na slici 1. Prije analize, potrebno je provesti pravilan postupak uzorkovanja metalnih vlakna sa tkanine. To je najzahtjevniji i najdugotrajniji proces koji zahtijeva strpljenje i preciznost. Iskorištenje na sadržaju metalnih vlakana mora biti što veće uz minimalno oštećenje izvornog uzorka povijesnog tekstila. Slijedi prevođenje metalnih vlakana u otopinu, otapanjem u pogodnom otapalu, uglavnom u mineralnim kiselinama, ovisno o vrsto metala. Nakon otapanja metalnih vlakana, potrebno je obaviti analizu po analitičkim skupinama kako sa standardnim otopinama kationa tako i sa otopinama uzorka.



Slika 1: a) uzorak tkanine b) razvlaknjeni uzorak

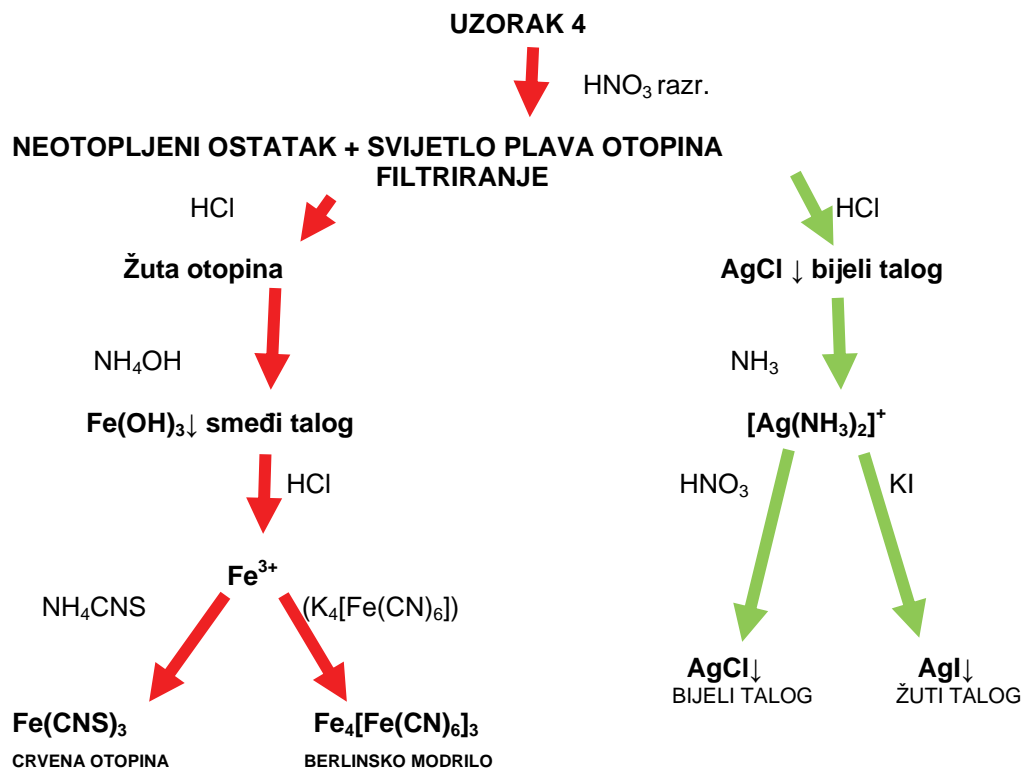
2.2 Kvalitativna analiza metala u povijesnom tekstilu

Uzorak ima izraziti „zlatni“ odsjaj pa se pretpostavilo da je u uzorku prisutno zlato. Ako je prisutno, zlato će istaložiti u IIb skupini. Otapanjem vlakana u razrijeđenoj HNO_3 , zaostaje „zlatni“ ostatak koji se nije uspio otopiti niti zagrijavanjem otopine (otopina I). Neotopljeni ostatak je izdvojen iz otopine filtriranjem, te je otopljen u koncentriranoj klorovodičnoj kiselini u kojoj se u potpunosti otopio - otopina II. Dvije dobivene otopine podvrgnute su analizi zasebno.

Dodavanjem HCl u otopinu I, istaloži se bijeli sirasti talog. Djelovanjem svijetla talog poljubičasti što je i kvalitativni dokaz srebra. Uzrok tomu je što se djelovanjem svijetla talog razgrađuje na elementarni halogen i srebro. Fino raspoređen koloidan metal oboji talog ljubičasto. Talog se odijeli centrifugiranjem, a otopina ostavi za daljnju analizu. Dodavanjem par kapi NH_3 talog se otopi, te se otopina podijeli na dva dijela. Dodavanjem HNO_3 do kisele reakcije nastaje bijeli talog AgCl . U drugi dio otopine dodaje se par kapi KI pri čemju nastaje žuti talog AgI . Tim reakcijama dokazano je prisustvo srebra. Dodavanjem NH_4OH u otopinu II, nastaje smeđo-crveni talog koji najvjerojatnije nastaje zbog prisustva željeznog hidroksida. Nekoliko kapi klorovodične kiseline otopi talog te se otopina podijeli na dva dijela. U jedan se doda NH_4CNS te otopina poprimi blijedo crvenu boju. Dodavanjem $(\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6])$ u drugi dio, otopina dobiva karakterističnu blijedo

plavu boju - berlinsko modriilo. Dokazano je željezo. Crvena i modra boja nisu tolikog inteziteta zbog male koncentracije iona željeza u otopini.

Zlato se dokazuje dodavanjem FeSO_4 u kiselu otopinu (sa HCl) pri čemu se stvara smeđi talog kao dokaz prisustvo zlata. Talog nije nastao. Druga metoda je dodavanje Rodanida – B u otopinu uzorka. U prisustvu zlata, ružičasti rodanid poljubičasti što se u ovom slučaju nije dogodilo. Iako se na osnovu izgleda uzorka sumnjalo na zlato, ono nije identificirano u uzorku.



Slika 2: Shematski prikaz reakcija pri identifikaciji željeza i srebra u uzorku 4

2.3 Analiza metalnih iona u povijesnom tekstilu metodom tankoslojne kromatografije

Ispitivano je više vrsta kromatografskih pločica tj. adsorbensa (mikrokristalinična celuloza, silikagel, alumij oksid). Najbolje razdvajanje i identifikacija mrlja postignuta je na celuloznim pločicama. Nanesen je uzorak ispitivanih otopina te uzorci otopina standardnih otopina kationa srebra, bakra, željeza, mangana, cinka i zlata radi usporedbe. Nakon sušenja pločica je prskana reagensima za detekciju: dimetilgliksimom, kvercetinom i izložena parama amonijaka. Detektirane su mrlje čistih otopina srebra, bakra, željeza, mangana. Na osnovi usporebe u uzorku 4_1 dokazano je srebro a u uzorku 4_2 željezo nije dokazano zbog premalih koncentracija koje se ovom metodom ne mogu detektirati.

Tablica 1: R_f vrijednosti i boje mrlja uzoraka na kromatografskoj pločici od mikrokristalinične celuloze

Otopine	R_f vrijednost	Opažanja
Ag^+	0	tamno siva mrlja čija se boja pojavljuje nakon nekog vremena, ostaje na startu
Cu^{2+}	0,63	plava jasno vidljiva mrlja
Fe^{3+}	1	smeđe-crvena mrlja koja se razvukla po fronti
Mn^{2+}	0,77	ružičasta simetrična mrlja
Zn^{2+}	nije vidljiva	Zn^{2+} nije prisutan
Au^+	nije vidljiva	Au^+ nije prisutno
otopina 4_1	nije vidljiva	željezo u otopini 4a nije dokazano
otopina 4_2	0	siva mrlja koja ostaje na startu

Također su ispitani i razni sustavi otapala a kao najpogodniji pokazao se je sustav acetonitril (ACN) : HCl : H₂O u omjeru 7 : 2 : 2. Identifikacija bakra i željeza provedena je s kvercetinom i dimetilglioksimom kao reagensima za detekciju čemu je prethodilo držanje pločice iznad para NH₃ (konc.) te usporedbom R_f vrijednosti (Tablica 1.).

3. Rezultati i rasprava

Prije same analize metalnih iona u metalnih vlaknima, metalne niti su detaljno odvojene sa uzoraka povijesnog tekstila. Samo uzorkovanje predstavlja najdugotrajniji i najsloženiji proces tokom cijele analize. Pri analizi uobičajeno je da se radi o vrlo malim količinama uzorka, najčešće o samo jednoj niti, tako da analiza mora biti izvedena precizno i točno. Tako pripremljeni uzorci otopljeni su u pogodnim reagensima jer se obje metode, kvalitativna sistematska analiza kationa i tankoslojna kromatografija, provode iz otopine. Kod sistematske analize kationa po skupinama najprije se provodi analiza otopine čistih kationa kroz svih 6 skupina, zabilježeni su dobiveni rezultati tj. promjene boje i stvaranje taloga svojstvenih za određeni kation, koje su kasnije služile za usporedbu rezultata dobivenih analizom otopine uzoraka metalnih niti. Izvršena je analiza metala iz jednog metalnih niti koje se nalaze na uzorku povijesnog tekstila.

Otopine metalnih iona korištene za sistematsku analizu korištene su i kod metode tankoslojne kromatografije. Tankoslojna kromatografija dugotrajnija je i složenija metoda te je potrebno veće iskustvo analitičara. Najbolje razdvajanje i identifikacija mrlja postignuta je na celuloznim pločicama. Također su ispitani i razni sustavi otapala a kao najpogodniji pokazao se je sustav acetonitril (ACN) : HCl : H₂O u omjeru 7 : 2 : 2. Identifikacija bakra i željeza provedena je s kvercetinom i dimetilglioksimom kao reagensima za detekciju čemu je prethodilo držanje pločice iznad para NH₃ (konc.). Srebro je ostalo na startu u obliku tamno sive mrlje jer se je istaložio teško topljivi AgCl koji vremenom potamni, što je bio slučaj i u ovom radu. Korištenjem drugih kiselina (H₂SO₄, HNO₃) u sustavu razvijaača, dolazi do preklapanja i širenja mrlja, čime je onemogućena njihova identifikacija. Dobiveni rezultati potvrdili su rezultate dobivene sistematskom analizom.

4. Zaključak

Razvijene su dvije metode identifikacije metalnih iona na povijesnom tekstilu: sistematska kvalitativna analiza po skupinama i tankoslojna kromatografija. Metode su jednostavne i mogu se provoditi u bilo kojem restauratorskom laboratoriju te isključuju potrebu za skupim instrumentima. Prednost ovih metoda je u jednostavnosti, brzini i relativno niskoj cijeni dok je za tumačenje rezultata neophodno znanje i iskustvo stečeno u analitičkom laboratoriju. Ovim radom je ukazano na iznimnu važnost poznavanja kemijskih reakcija pri identifikaciji metalnih iona pogotovo kada se radi o povijesnom tekstilu koji ponekad može biti od neprocijenjive vrijednosti. To se naročito odnosi na analizu metala koji se nalaze na donjoj granici detekcije za pojedinu metodu.

Literatura

- [1] Friedel, R.: *An Exploration in Novelty*, Norton & Co., New York, (1996)
- [2] Cvitan-Černelić, M.: Etnička baština i moda u Hrvatskoj, *Tekstil* **Vol. 48** (1999) 5, str. 225-230
- [3] Bonifačić, V.: bilješke sa predavanja iz kolegija „Etnografija s etnografijom“ (2005-2006)
- [4] Stuart, B. H.: *Analytical Techniques in Materials Conservation*, John Wiley & Sons, UK, (2007)
- [5] Promotivni materijali Viteškog alkarskog društva - „VAD“ Sinj, (2009)
- [6] Raffaelli, D.; Čunko, R. & Dragičević, M.: Istraživanja primjeraka srme s tla Dalmacije u razmaku od tisuću godina, *Tekstil*, **Vol. 31** (1982) 12, str.827–838
- [7] Turina, S.: Tankoslojna kromatografija, SHTH/Kemija u industriji, Zagreb, (1984)
- [8] Eškinja, M. I. & Šoljić Z., Kvalitativna anorganska kemijska analiza, Zagreb, (1992)

ODREĐIVANJE OTPORNOSTI TKANINE ZA KOŠULJE NA KLIZANJE ŠAVA

DETERMINATION OF SHIRTING FABRICS RESISTANCE TO SEAM SLIPPAGE

Tatjana RIJAVEC; Antoneta TOMLJENOVIĆ & Karin MENNINGER

Sažetak: Da bi se odredila otpornost tkanina za košulje na klizanje šava, vrednovana je prikladnost postupaka prema EN ISO 13936-1 i EN ISO 13936-2 na gotovim tkaninama za košulje od 100% pamuka, koje imaju različite konstrukcijske karakteristike, nakon 15 i 25 ciklusa pranja. Kod usporedbe s postupkom prema EN ISO 13936-2 postupak prema EN-ISO 13936-1 je dugotrajniji i složeniji. Postupak prema EN ISO 13936-2 je brz i jednosavan i zato se preporučuje za ispitivanje finih tkanina za košulje. Kod sile ispitivanja od 60 N šavovi tkanina za košulje se otvorili u rasponu od 1,2 do 1,9 mm.

Abstract: With the purpose to determine the resistance of shirting fabrics to seam slippage, the suitability of methods according to EN ISO 13936-1 and EN ISO 13936-2 was evaluated on finished 100% cotton shirting fabrics with different constructional characteristics, and after 15 and 25 washing cycles. In comparison to the EN ISO 13936-2 method, the method according to EN ISO 13936-1 is time consuming and more complex. The EN ISO 13936-2 method is fast and simple and, therefore, recommended for testing fine shirting. Under test force of 60 N, the seams of shirting fabrics opened in the range of 1.2 to 1.9 mm.

Ključne riječi: klizanje šava, učinkovitost šava, tkanine za košulje, svojstva opranih tkanina

Keywords: seam slippage, seam efficiency, shirting fabrics, properties of washed fabrics

1. Introduction

The most important criteria for buying a shirt are its modern design and quality [1]. One of the problems, in addition to the wear of collar, is the seam failure, which makes a shirt unusable even if the fabric is in good condition [2].

Seam failure is the consequence of the loss of fabric strength due to the breakage of sewing thread or fabric thread that was damaged during the sewing process as well as because of seam slippage. Seam slippage is in close correlation with the yarn surface structure and fabric construction. Smooth surface and floating threads cause seam slippage very often.

Different methods have been standardized for testing seam slippage resistance of fabrics: (1) fixed seam opening methods (ISO 13936-1:2004, BS 3320:1988 and ASTM D434) based on differences between the load-extension curves of a fabric with a seam and without a seam; (2) fixed load methods (ISO 13936-2:2004, BS 3320, AFNOR standard and IWS method) based on measurements of a fabric gap at a fixed load, and (3) a method without a seam (e.g. Renault method).

The methods differ in sample dimensions and velocity of tensile testing. According to BS 3320, when the curves do not reach the opening of 5 (or 6) mm under 200 N, the result is classified as "more than 200 N".

The force applied by using fixed load methods according to BS 3320 depends on the fabrics mass per unit area and their end use: 80 N for ladies dresses, 120 N for overcoats, 175 N for upholstery.

The purpose of the research was to find out which of the two EN standardized methods, EN ISO 13936-1 and EN ISO 13936-2 [3, 4], is more suitable for testing seam slippage resistance of shirting fabrics. The changes of properties after 15 and 25 washing cycles were also established from the point of view of seam slippage resistance.

2. Experimental Part

Four fine cotton fabrics from two different ply yarns woven in different constructions were chosen for the experimental work (Table 1).

Table 1: Constructional characteristics of fabrics

Fabric sample	Weave	Warp / weft yarn count (tex) (EN 2060)	Ends / picks per 10 cm (EN 1049-2)	Thickness (mm) (ISO 5084)	Mass per u.a. (g/m ²) (EN 12127)
SPRING	twill / plain	4x2 / 4x2	552 / 383	0.175	95.0
SOREL	panama / twill	6x2 / 6x2	558 / 405	0.224	115.3
SAND	plain	4x2 / 4x2	534 / 458	0.139	88.0
SPAM	twill	4x2 / 6x2	538 / 582	0.244	124.0

All fabrics were produced in Tekstina, d.d. where they were gassed, mercerized, softened and sanforized. The finished fabrics were then 15-times and 25-times laboratory washed. 50 grams of Ariel Auto washing agent per 4-5 kilograms of fabric was used for each washing cycle. The fabrics were washed on the program for cotton fabrics at 60 °C, with spinning dry of 900 turns per minute in a washing machine (Super Silence, Gorenje). After each washing cycle, the fabrics were dried in a drying machine on the program for cotton fabrics and hand ironed with an electric iron (Supergliss 60, Tefal) in accordance with the fabric producer instructions at a temperature near 220 °C. Seam slippage was tested in accordance with SIST EN ISO 13936-1:2004 [3] and SIST EN ISO 13936-2:2004 standards [4] on Instron 5567 dynamometer with a constant rate of transverse (CRT). Seam efficiency was calculated as a ratio of breaking force of fabric (F_{fabric}) to breaking force of a fabric sewn with the seam (F_{seam}) (Equation 1):

$$SE = \frac{F_{seam} * 100}{F_{fabric}} \quad (1)$$

3. Results and Discussion

All samples were finished cotton fabrics with a tensile force over 100 N/5 cm and breaking elongation between 12-18% in warp direction and 10-12% in weft direction (Table 2 and Figure 1). The fabric in plain weave exhibited the highest tenacity in warp direction, whereas the fabric in twill weave with the highest weft density exhibited the highest tenacity in weft direction.

Breaking force increased after 15 and 25 washing cycles (Table 2 and Figure 1), because the fabrics shrank during washing and the weft and warp densities increased (Table 3). The only exception is Spam fabric, which exhibited a lower breaking force in weft direction after washing.

Table 2: Tensile properties of fabrics (EN ISO 13934-1) (unwashed / 25-x washed = 0 / 25-x)

Fabric sample	Warp direction		Weft direction (0/25-x)	
	Tenacity (0/25-x) (N/mm ²)	Breaking elongation (0/25-x) (%)	Tenacity (0/25-x) (N/mm ²)	Breaking elongation (0/25-x) (%)
SPRING	27.73/32.37	13.86/17.50	32.61/32.25	9.51/15.15
SOREL	35.13/35.25	12.07/14.36	21.15/19.65	9.97/13.94
SAND	45.54/50.63	18.25/21.83	39.44/46.77	11.19/14.22
SPAM	32.38/27.57	15.67/15.43	51.93/36.69	12.32/20.08

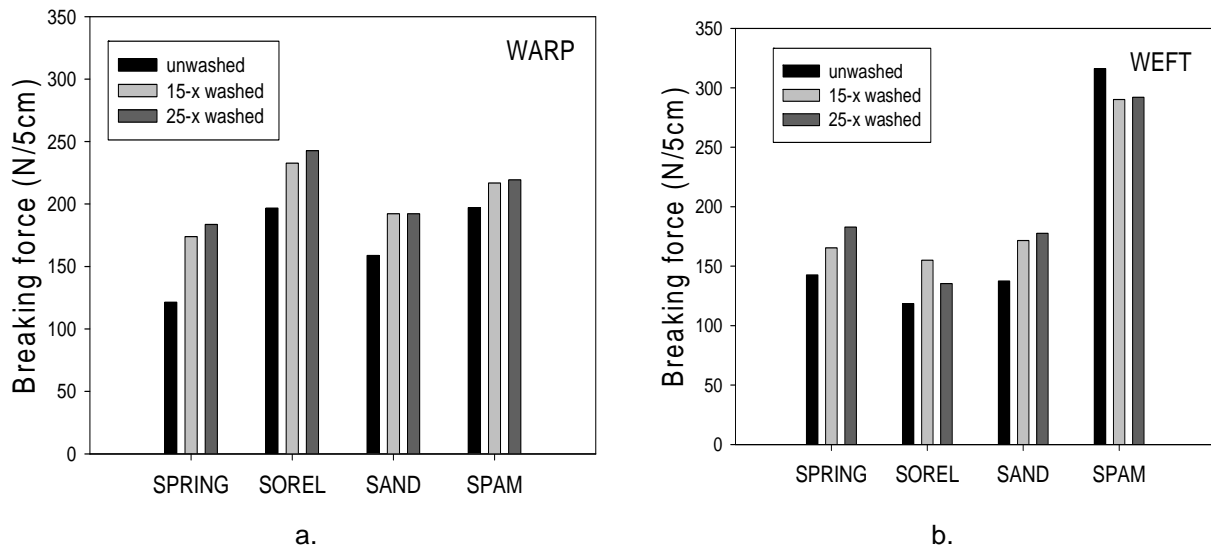


Figure 1: Breaking force in warp direction (a.) and in weft direction (b.) for unwashed and washed fabrics

Dry crease recovery angles were between 45 and 80° in warp direction and between 37 and 60° in weft direction (Table 3) for unwashed fabrics. During washing some finishes were removed from the fabrics, which is indicated by wetting and lower crease recovery angles after 25 washing cycles and more wrinkled fabrics.

The results of slippage resistance according to EN ISO 13936-1 standard are presented in Figures 2 and 3 and according to EN ISO 13936-2 standard in Figure 4.

Table 3: Dry crease recovery angles (DIN 53890) of fabrics (unwashed / 25-x washed = 0 / 25-x)

Fabric sample	Dry crease recovery angles (°)		Fabric density (per 10 cm)		Mass. per u.a (g/m ²)	Wetting (AATCC 22)
	Warp	Weft	Ends	Picks		
	0/25-x	0/25-x	0/25-x	0/25-x	0/25-x	0/25-x
SPRING	45.3/39.0	48.0/42.7	552/548	383/387	95.0/99.5	50/0
SOREL	44.7/38.1	53.3/48.5	558/550	405/408	115.3/117.6	70/0
SAND	61.5/39.3	60.2/27.1	534/552	458/463	88.0/93.5	70/0
SPAM	80.4/67.8	36.8/26.4	538/570	582/595	124.0/131.5	50/0

Seam efficiency, which is the measure of seam durability, is between 47 in 75% for unwashed fabrics in warp direction (Figure 2a) and between 65 in 78% in weft direction (Figure 2b).

On the basis of other experiences, which show that the fabric is excessively damaged by the sewing process if seam efficiency falls below 80% [5], we can conclude that the used standardized thread, needle and type of stitch were not appropriate for testing our fine cotton fabrics.

After washing, seam efficiency of all fabrics decreased in warp and especially in weft direction. The exception was Sorel fabric, where the seam efficiency increased by 39% in warp direction, and Spam fabric the seam efficiency of which did not change considerably in warp direction after 25 washing cycles (Figure 2a).

Among unwashed fabrics it was Sand fabric which exhibited the best seam efficiency in warp and weft directions. Sorel fabric exhibited the best seam efficiency after 25 washing cycles.

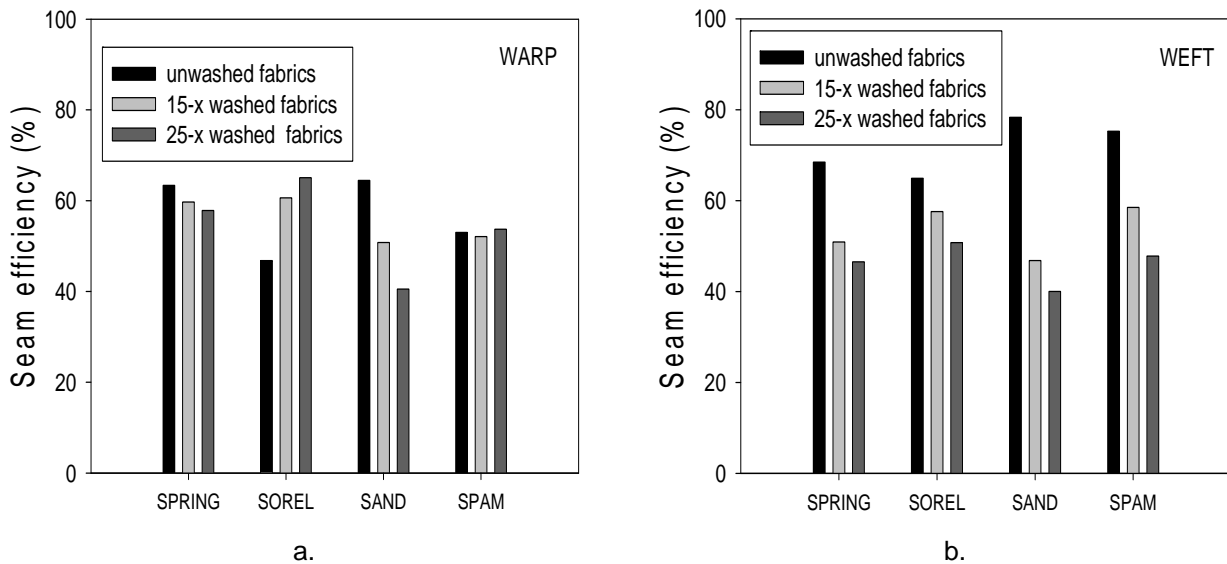


Figure 2: Seam efficiency in warp (a.) and weft (b.) directions according to EN ISO 13936-1:2004

To open the seam for 1.5 mm, tensile force from 45 to 74 N in warp direction (Figure 3a), and from 54 to 96 N in weft direction (Figure 3b) was required for unwashed fabrics. Substantially higher forces were measured on washed fabrics, especially in weft direction after 25 washing cycles.

After removing the finishing agent during washing, the smoothness of the threads surface was reduced and, as a consequence, friction between threads increased. Higher warp/weft density of washed fabrics had influence on higher friction, too.

Spam fabric showed an extra high force for seam opening for 1.5 mm in weft direction that is possibly connected with the difference in linear density of yarns in the warp (4 tex x2) and weft (6 tex x 2) directions and in the type of weave.

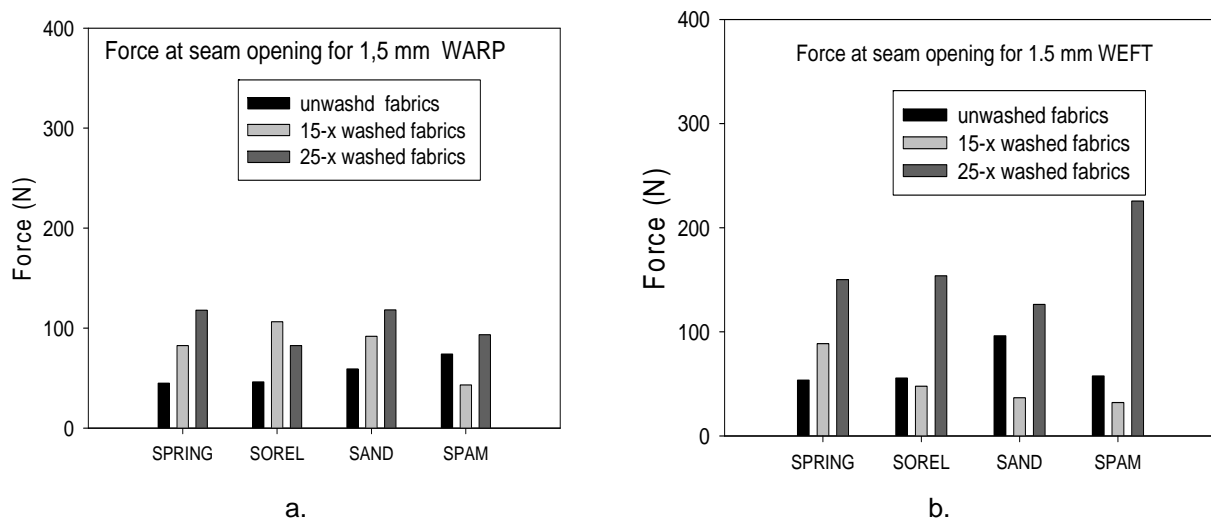


Figure 3: Slippage resistance for 1.5 mm opening according to EN ISO 13936-1:2004: a. warp and b. weft direction

The forces required to open the seam for 3 mm (Figure 4) were measured for all unwashed fabrics in warp direction (Figure 4a); in weft direction fabric Sand tore before attaining a gap of 3 mm (Figure 4b).

After 25 washing cycles, only Spam fabric attained 3 mm large opening in warp direction and Sorel fabric in weft direction.

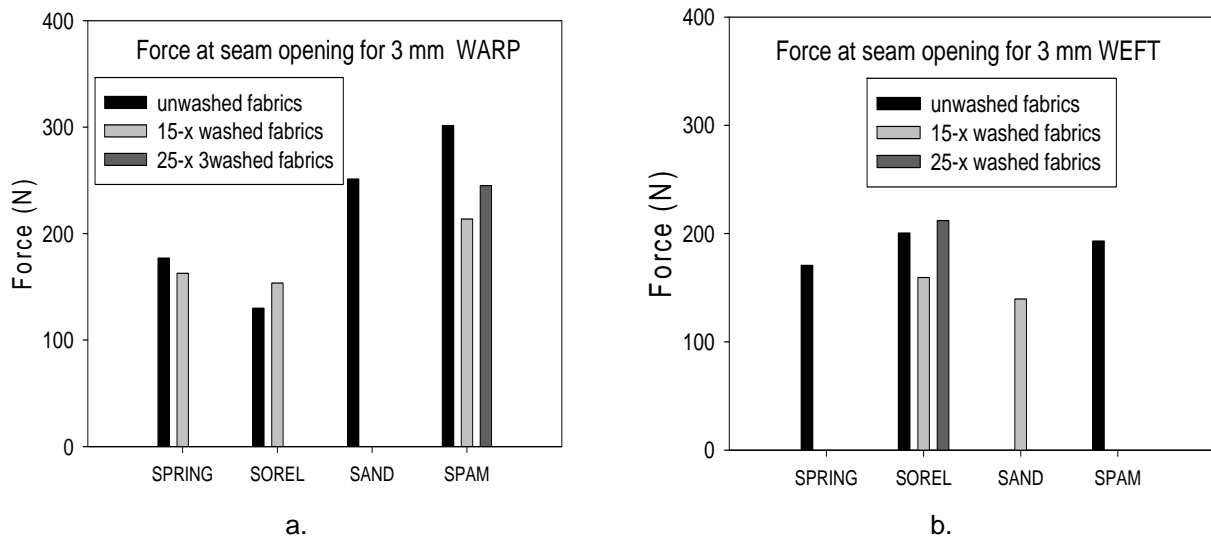


Figure 4: Slippage resistance for 3.0 mm opening according to EN ISO 13936-1:2004: a. warp and b. weft direction

Figure 5 shows that the seam opening under force of 60 N was lower than 2.5 mm: for unwashed fabrics between 1.3 mm (Sand) and 1.9 mm (Sorel) in warp direction, and between 1.2 mm (Sand) and 1.9 mm (Sorel) in weft direction. After 25 washing cycles, the seam opening under force of 60 N increased for all fabrics in comparison to unwashed fabrics. According to this testing, Sand fabric had the superior seam slippage resistance among unwashed fabrics; Sand fabric had the superior resistance in warp direction and Spam fabric in weft direction among 25-x washed fabrics.

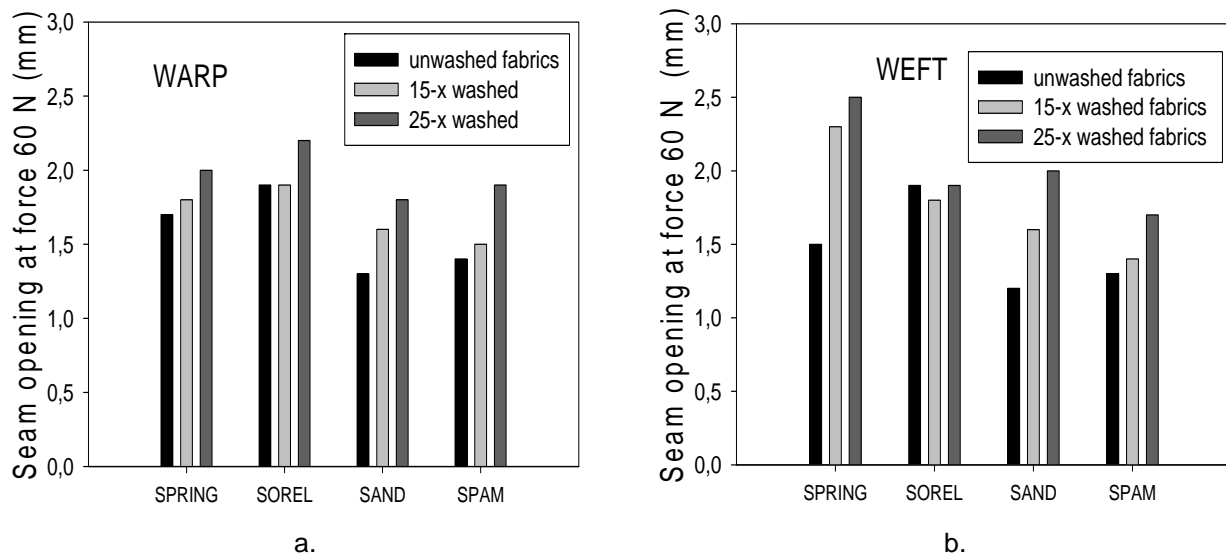


Figure 5: Seam opening at force 60 N for unwashed, 15- and 25-times washed fabrics in warp (a.) and weft (b.) directions according to EN ISO 13936-2:2004

4. Conclusions

The EN ISO 13936-1 method in comparison to the EN ISO 13936-2 method provides more information about seam behavior under tensile loading that is useful for predicting the usage of fabrics.

The EN ISO 13936-1 method is a very time consuming method because a suitable computer program for subtracting the load/deformation curves is usually not available. The EN ISO 13936-2 method is fast and simple.

The main problem relating to this method is accuracy of readings of the seam opening values, which depends on experiences and precision of the person who conducts the test. Both seam slippage methods are convenient for testing lightweight shirting fabrics.

Literature

- [1] Šalamun, M.: *Changing fabric's properties of man's shirt due to washing*, diploma work, University of Ljubljana, Faculty for natural sciences and engineering, Department of textiles, (2008) [COBISS.SI-ID [2130544](#)]
- [2] Saville, B. P.: *Physical testing of textiles*, Woodhead Publishing, ISBN 1 85573 367 6, CRC Press, Cambridge, (1999)
- [3] EN ISO 13936-1: 2004: Textiles - Determination of the slippage resistance of yarns at a seam in woven fabrics - Part 1: Fixed seam opening method
- [4] EN ISO 13936-2: 2004: Textiles - Determination of the slippage resistance of yarns at a seam in woven fabrics - Part 2: Fixed load method
- [5] Mehta, V. H.: *An introduction of quality control for the apparel industry*, ASQC Quality Press, ISBN 0824786793, Milwaukee, New York, (1992)

Acknowledgement

We would like to thank the Ministry of Higher Education, Science and Technology of Republic Slovenia and Tekstina, d.d. Ajdovščina for supporting our study by project L2-9318.



SEKCIJA F

DIZAJN

SECTION D

DESIGN

DIZAJN I PROJEKTIRANJE TEKSTILNIH PROIZVODA IZ FUNKCIONALIZIRANOG PAMUČNOG PLETIVA

DESIGN AND ENGINEERING OF TEXTILE PRODUCTS FROM FUNCTIONALIZED COTTON KNITTED FABRICS

Zorana KOVAČEVIĆ; Edita VUJASINOVIĆ; Maja ANDRASSY & Emira PEZELJ

Sažetak: Sa željom da nastane inovativni tekstilni proizvod unaprijeđenih svojstava treba se osloniti na dizajnerski i na znanstveni pristup. Naime, dizajneri tekstila pored nadahnuća prirodom i stvarima koje nas okružuju sve češće posežu u znanost ne bi li dobili inspiraciju za nove modele i kolekcije. U ovom radu istraživanja su provedena na mikroniziranom prirodnom zeolitu (klinoptilolit), te je na temelju istraživanja njegovih sorpcijskih svojstava i njegove primjene u funkcionalizaciji pamučnog pletiva izrađeno idejno rješenje potencijalno novih tekstilnih proizvoda. U svrhu funkcionalizacije pamučnih materijala, pamučno pletivo podvrgnuto je različitim obradama (tisak, apretura, ultrazvuk, zeolit) tijekom kojih se iskristaliziralo da je tisak mogući i efektivni način vezivanja nanočestica zeolita na pamučni materijal koji tako projektiran omogućava dizajniranje tekstilija različite namjene (sportska odjeća, kućanski i medicinski tekstil), tj. inovativnih pamučnih tekstilija.

Abstract: With the aim to create an innovative textile product of high-added value, design as well as scientific approach should be taken into account. Namely, apart from inspiration by nature and things surrounding them, textile designers frequently apply science in order to get inspiration for new models and collections. In this paper research was conducted on micronized natural zeolite (clinoptilolite, and according to the results obtained on its sorption properties and its applicability in the functionalization of cotton knitted fabrics, a conceptual solution of potentially new textile products has been developed. For the purpose of the functionalization of cotton materials, a cotton knitted fabric was subjected to various processes (printing, finishing, ultrasound treatment, zeolite), which revealed that printing is a possible and effective way of bonding zeolite nanoparticles on the cotton material that allows designing textiles for different purposes (sportswear, household and medical textiles), i.e. innovative cotton textiles.

Cljučne riječi: dizajn tekstila, pamučni materijal, funkcionalizirano pletivo, zeolit, klinoptilolit

Keywords: textile design, cotton material, functionalized knitted fabric, zeolite, clinoptilolite

1. Uvod

Pamučni materijali, iako su poznati od davnina, danas u 2009. godini, tj. međunarodnoj godini prirodnih vlakana, ponovo doživljavaju svoj procvat [1, 2]. Naime, s primjenom novih znanstvenih otkrića dobivamo tekstilije unaprijeđene vrijednosti poput visoko apsorptivnih materijala ili udobnih i funkcionalnih tekstilija, što je primjerice posebno važno za sportsku odjeću.

Stoga je za potrebe ovog rada osmišljen i izrađen jedan novi tekstilni materijal unaprijeđene vrijednosti – pamučno pletivo s tribomehaničko mikroniziranim nanočesticama klinoptilolita (TMZ) koji bi nositelju, osim termofiziološke udobnosti, pružao određeni vid zaštite i tzv. "wellness efekt".

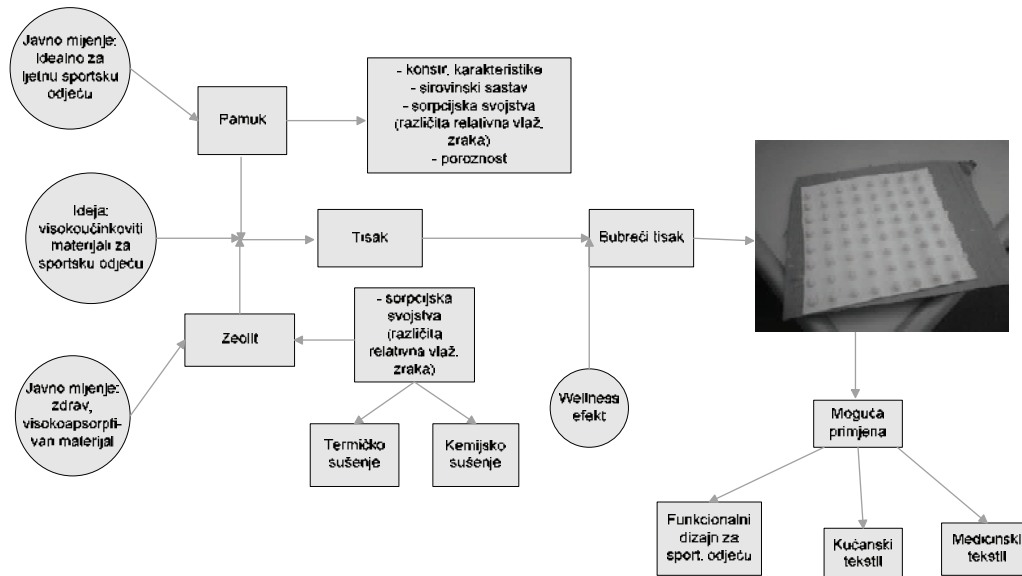
2. Eksperimentalni dio

Dosadašnja istraživanja mogućnosti vezanja zeolita na tekstilni plošni proizvod rezultirala su s nekoliko više ili manje uspješnih metoda, npr. impregnacija materijala vodenom otopinom zeolita - tzv. termosol postupak [3] - razne apreture, ultrazvuk i sl. [4]. S idejom dizajna i projektiranja funkcionalne tekstilije za različitu namjenu, osmišljen je postupak aplikacije TMZ na pamučno pletivo putem bubrećeg tiska (slika 1).

Za potrebe ovog rada korišteno je:

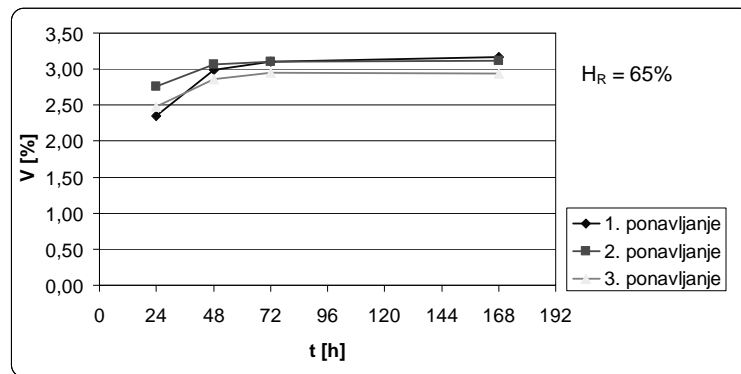
- pamučno pletivo površinske mase $185,62 \text{ gm}^{-2}$, finoće 19,13 tex, gustoće 0,71 i debljine 0,85 mm.

- TMZ tvrtke Novatech d.o.o. Veličina čestica zeolita iznosi približno 200 nm, a gustoća nanočestica je od 2,2 do 2,5 gcm⁻³.
- tiskarska pasta koja se u osnovi (90%) sastoji od: temeljne bubreće paste Printperfekt EX TS, sredstva za poboljšanje postojanosti Tubassist Fix 104 W proizvođača Bezema, Švicarska i 10 % TMZ [5].



Slika 1: Plan eksperimenta

Tiskarska pasta nanosi se na materijal pomoću čeličnih šablona s otvorima veličine Φ 4 mm različitih gustoća. Udaljenost otvora kreće se (od najgušće prema najrjeđoj) od 5,8 do 11 mm. Uzorci se fiksiraju na 150 °C u sušioniku, a prije ispitivanja potrebno je provesti kondicioniranje uzoraka u trajanju od minimalno 72 sata budući da su preliminarna ispitivanja (slika 2) pokazala da je takvo produženo vrijeme kondicioniranja tekstilnog materijala određeno sposobnošću zeolita da uspostavi dinamičku ravnotežu sa standardnim uvjetima za ispitivanje.



Slika 2: Količina vlage u zeolitu (V) tijekom kondicioniranja

2.1 Korištene metode i postupci ispitivanja

Na obrađenim uzorcima određena je površinska masa prema HRN ISO 3801 [6] i debljina prema HRN ISO 5084 [7]. Za određivanje površinske mase modificirana je izvorna metoda – praćenje promjene mase (Δm) u vremenu od 0 do 7 dana uz termičko (sušionik) ili kemijsko (Si-gel) sušenje.

Pletivima je određena poroznost mikroskopskom (IA) metodom. Koristio se univerzalni svjetlosni mikroskop s reflektiranim i prolaznim svjetlom Olympus BX51 koji je preko digitalne kamere DP 12 povezan s računalom koje je opremljeno software programom analySIS za digitalnu analizu mikroskopskih slika i mikrofotometriju. Projektiranje funkcionaliziranih tekstilija temeljeno je na induktivnoj, deduktivnoj i mozaik metodi [8], a likovno kreativno rješenje izvedeno je primjenom računala.

3. Rezultati i diskusija

Rezultati istraživanja nano čestica TMZ i njihova utjecaja na svojstva pamučnog pletiva prikazani su u tablici 1.

Tablica 1: Promjena mase i vlažnosti uzoraka

	Najgušći otisak		Srednji otisak		Najrjeđi otisak	
	x_s [gm^{-2}]	s [gm^{-2}]	x_s [gm^{-2}]	s [gm^{-2}]	x_s [gm^{-2}]	s [gm^{-2}]
m_A [gm^{-2}]	178,5453	1,9853	177,5538	1,7317	182,1813	0,9698
m_{fp} [gm^{-2}]	257,9018	3,7299	221,0229	6,4699	211,8631	2,4079
m_p [gm^{-2}]	71,4208	2,9771	39,1222	5,2770	26,7137	1,9316
m_z [gm^{-2}]	7,9357	0,3308	4,3469	0,5863	2,9682	0,2146
$m_{z/k}$ [g]	0,0007	0,0000	0,0007	0,0001	0,0008	0,0001
m_{Aas} [gm^{-2}]	163,3689		162,4617		166,6959	
m_{pas} [gm^{-2}]	67,6855		37,0761		25,3166	
m_{zas} [gm^{-2}]	7,5651		4,1439		2,8296	
m_{fpas} [gm^{-2}]	238,6195		203,6817		194,8421	
V [%]	7,48		7,85		8,03	

Gdje je: m_A [gm^{-2}] – površinska masa kondicioniranog uzorka ($H_R = 65 \pm 4\%$, $t = 20 \pm 2$ °C; vrijeme 5 dana); m_{fp} [gm^{-2}] – površinska masa kondicioniranog funkcionaliziranog (otisnutog) pletiva; m_p [gm^{-2}] – masa paste koju sadrži otisak; m_z [gm^{-2}] – masa zeolita u otisku; $m_{z/k}$ [g] – masa zeolita u jednoj kuglici; m_{Aas} [gm^{-2}] – površinska masa apsolutno suhog uzorka; m_{fpas} [gm^{-2}] – masa apsolutno suhog funkcionaliziranog pletiva; m_{pas} [gm^{-2}] – masa apsolutno suhog uzorka paste koja se nalazi u otisku; m_{zas} [gm^{-2}] – masa apsolutno suhog zeolita; V [%] – količina vlage koja se nalazi u funkcionaliziranom pletivu u kondicioniranom stanju.

Iz rezultata se može vidjeti da se masa otisnutog materijala povećala za 14 do 30% ovisno o gustoći otvora na šabloni. Masa zeolita po jedinici površine kreće se u granicama od 2,97 do 7,93 g, a količina zeolita jednaka je u svakoj kuglici (nakupini) i iznosi 7×10^{-4} g. Funkcionalizirano pletivo ima manju sposobnost sorpcije od običnog pamučnog pletiva ($< 8,5\%$), što može utjecati na termofiziološku udobnost tekstilije, kao npr. na propusnost i sl. Zbog toga se mikroskopskom metodom odredila poroznost funkcionaliziranom pletivu kako bi se utvrdilo u kolikoj mjeri smanjena sposobnost sorpcije utječe na prozračnost tekstilije. Usporedbom rezultata poroznosti ishodišnog pamučnog pletiva i funkcionaliziranog pletiva može se vidjeti da se poroznost kod funkcionaliziranog pletiva smanjuje za malo manje od 50% (tab. 2), dok se debljina pletiva povećava cca četiri puta.

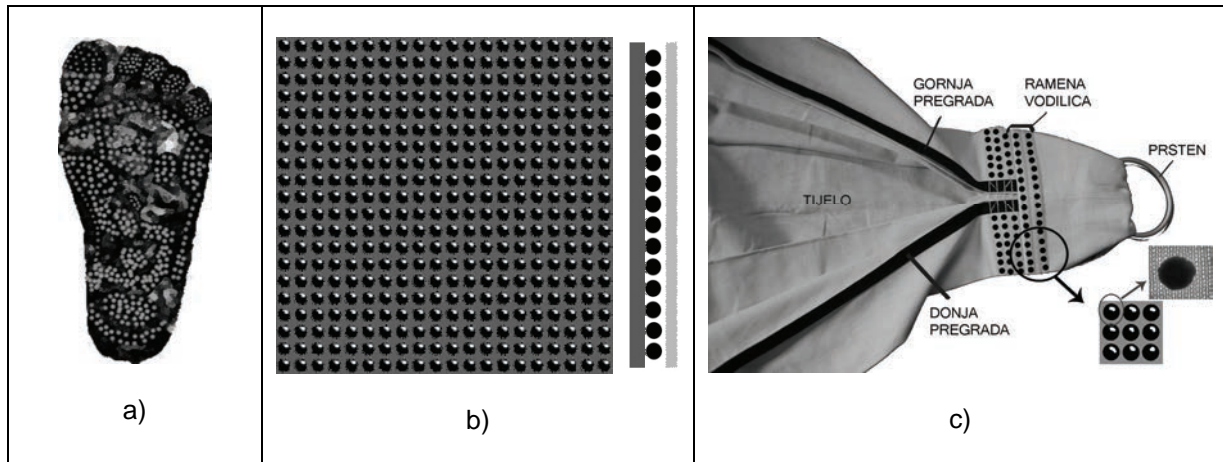
Tablica 2: Poroznosti funkcionaliziranog pletiva (mikroskopskom IA metodom)

	Prije tiska		S tiskom	
1.		 $U_s = 19,18$		 $U_s = 7,80$
2.		 $U_s = 20,96$		 $U_s = 12,25$
3.		 $U_s = 18,45$		 $U_s = 11,88$

Gdje je: U_s [%] – udio šupljina u ukupnoj površini; bijela područja na binarnoj slici prikazuju tekstilnu komponentu i otisak zeolita, a crna područja prikazuju šupljine

Pažljivim projektiranjem slojevitih tekstilnih struktura moguće je ta negativna svojstva (smanjenje poroznosti, povećanje debljine i sl.) iskoristiti kao prednost u npr. kompozitnim materijalima (slika 3b).

Koristeći pozitivna saznanja dobivena provedenim istraživanjima, osmišljeni su i dizajnirani neki od mogućih tekstilnih proizvoda dodane vrijednosti. Na slici 3 prikazana su kreativna rješenja za neke od njih (tekstilije s točno ciljanom namjenom).



Slika 3: Dizajnersko kreativna rješenja: a) čarape koje imaju masažni efekt prema teoriji refleksologije, b) unutrašnjost i presjek kompozitnog materijala i c) „sling” marama s "wellness" efektom za bolju udobnost

4. Zaključak

Na temelju rezultata istraživanja provedenih u okviru ovog rada može se zaključiti da funkcionalizirano pamučno pletivo ima manju sposobnost sorpcije vlage od pamučnog vlakna, što može negativno utjecati na udobnost takve tekstilije pri nošenju. Stoga je možda primjerenije zeolit aplicirati na materijal koji ima manju sposobnost sorpcije vlage od zeolita, npr. na polipropilensko pletivo. Zeolit apliciran na pamučno pletivo kroz bubreći tisak predstavlja s jedne strane efikasan način vezivanja veće količine zeolita (10%) na pamučni materijal, čime se povećava i mogućnost iskorištavanja dobrih svojstava zeolita, dok je s druge strane u procesu stvaranja novih tekstilija moguće ostvarenje "wellness" efekta gotovog odjevnog predmeta.

Literatura

- [1] Harris, J.: *Textiles 5000 Years*, Abrams, ISBN 0-8109-3875-8, New York, (1993)
- [2] International year of natural fibres 2009,
Dostupno na: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/012/k0462e.pdf>, Pristupljeno: 2009-11-23
- [3] Grancarić, A.M. i sur.: Aktivni multifunkcijski pamuk obrađen nanočesticama zeolita, *Tekstil*, 56 (2007) 9, 543-553 (2007)
- [4] Kovačević, Z.: Pamučni materijali unaprijeđene vrijednosti za posebne namjene, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb (2009)
- [5] CHT: Printperfect EX - TS, Tehnički list, CHT, 2007
- [6] HRN ISO 3801: Određivanje površinske mase po jedinici duljine i mase po jedinici površine
- [7] HRN ISO 5084: Određivanje debljine tekstila i tekstilnih proizvoda
- [8] Elazar, S.: Planiranje eksperimenta, Skripta, Postdiplomski studij Mašinskog fakulteta (Organizacijski smjer), Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, (1979)

DIZAJN I POVIJESNI PREGLED PROIZVODNJE FINIH ŽENSKIH ČARAPA

DESIGN AND HISTORICAL REVIEW OF THE PRODUCTION OF FINE WOMEN'S STOCKINGS

Vesna Marija POTOČIĆ MATKOVIĆ; Zenun SKENDERI & Gordana PAVKOVIĆ

Sažetak: Ručna proizvodnja finih čarapa započinje vjerojatno početkom 16. stoljeća, u drugoj polovici 16. postaje masovnija te počinje razvoj stanova. Sredinom 19. stoljeća, uvodom mehaničkog pogona u stan, nastaju strojevi za izradu finih čarapa. Članak prati dizajn i proizvodnju finih ženskih čarapa kroz stoljeća, sve do proizvodnje čarapa na današnjim sofisticiranim CAD/CAM sistemima i čaraparskim automatima.

Abstract: Manual production of fine hosiery probably begins in the early 16th century. In the second half of the 16th century it becomes massive, and the development of knitting frames starts. In the mid-19th century with the introduction of mechanical drive, hosiery knitting machines are constructed. The paper describes the design and manufacture of fine women's stockings over the centuries, until the hosiery production on today's sophisticated CAD / CAM systems and hosiery knitting machines.

Ključne riječi: ženske čarape, povijest pletenja, proizvodnja čarapa

Keywords: women's stockings, history of knitting, hosiery production

1. Uvod

Čarape su nastale iz potrebe prekrivanja stopala i dijela nogu radi olakšavanja kontakta između stopala i obuće, grijanja noge i upijanja znoja. Ne može se sa sigurnošću odrediti kada se čarape počinju pletiti. Više muzejskih kolekcija (Louvre u Parizu, Royal Ontario Museum u Torontu, Prag, Leicester i Victoria & Albert u Londonu) posjeduju čarape koje se obično naziva koptskim, a smještene su u razdoblje od 4. do 5. stoljeća [1]. Ostale pronađene čarape vremenski su smještene najranije u 12. st., a radi se o pamučnim plavo-bijelim čarapama egipatskih islamskih majstora. U Europi dobro odjeveni ljudi stoljećima nose čarape šivane od tkanine i ne poznaju fine pletene čarape. Djeca, obrtnici, mornari i općenito niži staleži nose grube vunene čarape duljine do koljena [1].

2. Početak proizvodnje finih čarapa

Početkom 16. st. na jugu Europe, u Španjolskoj i Italiji, postoji znanje izrade finih svilenih ukrašenih čarapa. Ostatak Europe povremeno uvozi španjolske čarape. U Engleskoj se za Elizabetine vladavine razvija moda ekstremno kratkih hlača i dugih čarapa iz tkanine ili, od 1560-tih, sve češće od pletiva iz fine češljane vune. Žene također neznatno krute suknje i povisuju potpetice, što je učinilo ukrašene čarape važnim asesoarom [2]. Jedan pleteni odjevni predmet po prvi put, koliko je danas poznato, uistinu postaje moderan. Zabilježen je širok spektar boja čarapa – od boje breskve, zelene, crvene, bijele, žutosmeđe, crvenosmeđe. Gležnjevi se kod najskupljih svilenih čarapa ukrašavaju zlatnim i srebrnim vezom (sl.1a.) [1].

3. Izum stana za izradu finih čarapa

Stan za izradu grubljih vunениh čarapa, finoće pet ili osam igala na jedan inč, izumio je 1589. god. William Lee [3, 4]. Ručno pletenje grubljih vunениh čarapa bilo je dodatni izvor prihoda mnogim obiteljima. Kraljica Elizabeta stoga obećava potporu za finiji stan na kojem bi se mogle raditi fine svilene čarape, koje Engleska uvozi, a koji bi financijski ugrozio manji broj ljudi. Nakon devet godina Lee razvija i finiju konstrukciju koja ima dvadeset igala na inč (E20, 30 gauge) i proizvodi fine svilene čarape [5] (sl. 1b.).

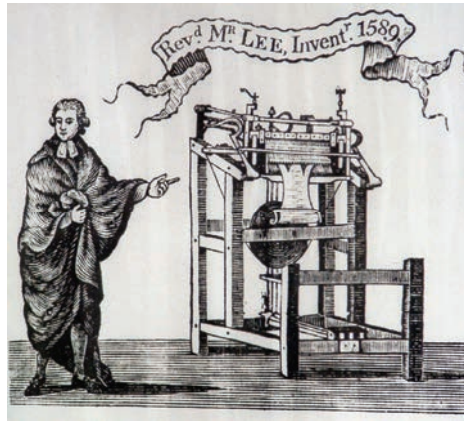
Kroz 17. st. izrada pletiva na stanovima širi se Europom. U Hrvatskoj će se strojno pletena odjeća početi proizvoditi tek krajem 19. st. Ipak, ne znači da su pletene luksuzne čarape u Hrvatskoj potpuno nepoznate. U

inventaru posjeda bana Petra Zrinskog iz 1670. puno je tekstila, a između ostalog i 63 para svilenih ženskih čarapa [6].

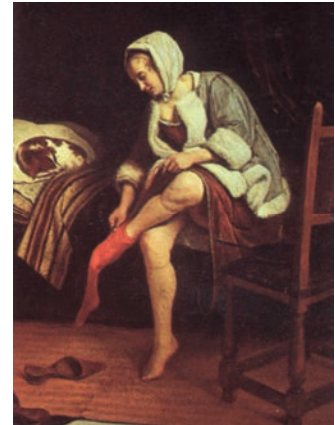
Ženske čarape jednostavnije su ukrašene zato što se ne vide ispod duge i široke suknje, prekrivaju dio do iznad koljena, a učvršćene su vrpcom ispod koljena, što se vidi i na slici 1c. Još uvijek se nose i tkane čarape. Samo bogati nose skupe ukrašene svilene čarape, a vunene si mogu priuštiti širi slojevi. Ručno pletene čarape proizvode se uvelike bez obzira na razvoj pletaćih stanova. Godine 1670. i 1680. postaje popularno da boja čarapa slijedi boju druge odjeće. U Parizu se čarape mogu dobiti u čak pedesetak varijanti obojenja. Godine 1730. povlači se moda čarapa obojanih u skladu s odjećom i postaju moderne pamučne bijele.



a.



b.



c.

Slika 1: a) Ženske svilene čarape ukrašene metalnom niti, ručno pletene, Engleska, rano 17. st. [7]; b) William Lee i prvi stan za izradu pletiva; c) Nizozemska gospođa pri toaleti, Jann Steen oko 1640 [7]

Popularne serije proizvoda su crne svilene čarapa za muškarce, ružičaste i plave od češljane vune za žene i jeftine lanene za kolonije [8]. Postojala je i potražnja za rebrastim čarapama, što se može zaključiti iz podatka da su pletači na stanu ponekad na gotovim čarapama puštali nekoliko nizova da se isparaju i ponovno ih uz puno truda ručno uplitali u suprotne očice kako bi dobili rebrasto pletivo [5]. Mehanizam za izradu rebrastog pletiva konstruirao je Jedediah Strutt s patentima iz 1755., 1758. i 1775. [8, 3]. U osnovi je dodao drugi red igala na otprije poznati ravni stan. Moderne su postale bijele pamučne čarape širih rebra, zatim rebraste s različitim vodoravnim prugama, a nosili su ih i muškarci i žene [5].

Pred kraj Napoleonovih ratova (1804.-1815.) duge hlače koje oponašaju prusku uniformu mijenjaju do tada uobičajene hlače do koljena. Duge muške čarape više se ne vide i taj odjevni predmet se napušta. Dovoljne su i kratke čarape. Proizvođači čarapa gube muško tržište i prisiljeni su nadmetati se na ženskom, što vodi do izrade ekstremno kompliciranih ženskih čarapa dodatno ukrašenih vezom (sl. 2a.).

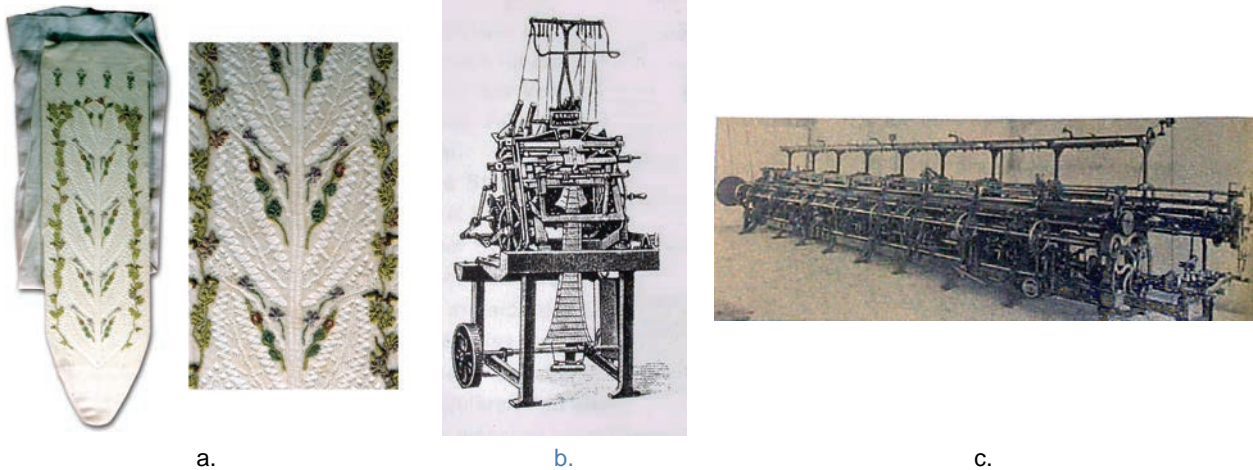
4. Razvitak strojeva za izradu finih ženskih čarapa

Arthur Paget 1857. razvija i patentira ravne stanove finoće od 22,5 do 38,5 gauge (sl. 2b.) koji rade oblikovane dijelove, a 1861. uvodi mehanički pogon u kulirni stan [3, 8]. William Cotton dvadesetak godina radi na „rotirajućem“ principu. Najprije smanjuje broj pokreta (1846.), zatim rješava proširivanje i sužavanje pletiva (1855.) te 1864. prikazuje kulirni stroj s upravljačkim vratilom u podnožju stroja (sl. 2c.) [9, 4]. Cottonov stroj s vremenom prevladava i na njemu se izrađuju kvalitetne ženske čarape sa stražnjim šavom (sl. 3a.) sve do 60-tih godina 20. st.

Manje kvalitetne i jeftine ženske čarape izrađuju se na kružnopletaćim strojevima. Pletivo s tih strojeva tvori tubu materijala koja se mora krojiti i šiti, šavovi su debeli kako bi se spriječilo paranje, te takve čarape po kvaliteti ne mogu konkurirati onima s Cottonovih strojeva. Ali i kružnopletaći strojevi se razvijaju. U Saskoj je dodijeljen patent 1860. i 1866. godine za kružnopletaći čaraparski stroj Americancu Mac Naryu koji je omogućio povratni hod cilindru, odnosno oblikovanje pete i prstiju [3, 4]. Sljedeći je važan pronalazak ugradnja kružne ploče iznad cilindra (sl. 3b.). Tu konstrukciju patentirao je 1878. godine D. Griswold. U rotirajuću kružnu ploču ugradio je jezičaste igle sa skretnicama za njihovo vođenje i time omogućio izradu

desno-desnog (rebrastog) cjevastog pletiva [3, 4]. Kružnopletači strojevi većeg su proizvodnog kapaciteta nego ravni, čarape su stoga jeftinije a sve kvalitetnije, te pronalaze mjesto na sve masovnijem tržištu.

Nakon 1. svjetskog rata čarape su daleko jednostavnije (sl. 3c.), eventualno s jednostavnim ukrasima oko gležnja, ali u mnoštvu novih boja, u crnoj, sivoj, smeđoj, boji šampanjca, pastelnoj ružičastoj, plavoj, bež, bijeloj, kako bi se slagale s bojom haljine. Velika novost je Rayon koji deset puta pojeftinjuje ženske čarape u odnosu na svilene. Kružnopletači strojevi također snižavaju cijenu čarapa. Veliki nedostatak čarapa s kružnopletačkih strojeva je što gube oblik te se nabiru oko gležnjeva.



Slika 2: a) Ženske pamučne čarape, 1832., stan finoće 48 gauge. Ručno vezeno. Nottingham [10]; b) Stariji Pagetov stan iz 1857. [11]; c) Stroj Williama Cottona [10]

Razvoj poliamida (Nylon) nakon 2. svjetskog rata donosi velike promjene. Poliamidne čarape s kružnopletačkih strojeva oblikuju se na poput noge oblikovanim pločama i time po prvi put trajno zadržavaju oblik. U Italiji Giorgio Billi 1961. proizvodi Zodiac, stroj za proizvodnju čarapa sa 4 pletača sistema i time izuzetno povećava ionako veliku produktivnost kružnopletačkih strojeva [8]. Jaka industrija proizvodnje čarapa na Cottonovim strojevima propada, a ženske čarape do danas se proizvode na kružnopletačim strojevima. Proizvođači čaraparskih strojeva brzo napreduju. Konstrukcije pretežno imaju četiri pletača sistema s mogućnošću uzorkovanja uzorčnim valjkom na svakom sistemu, automati pletu cjevasto pletivo, bez zadržavanja na izradi prstiju i peta, u potpunosti se oslanjajući na mogućnost poliamida da zagrijavanjem na obliku trajno poprimi oblik noge [3].

Čarape se produljuju do struka i dobivaju danas uobičajeni oblik nakon popularizacije mini suknje. Rani pokušaji proizvodnje čarapa kojih rub neće viriti ispod suknje uključivali su i zašivanje čarapa na prethodno sašivene gaćice. Ranih 70-tih razvijaju se mnogi sustavi za proizvodnju bešavnih čarapa s gaćicama. Ipak, nisu riješena neka ograničenja u udobnosti i izgledu takvih čarapa te je takva proizvodnja ostala rubna, posebno nakon uspješnog uvođenja u tvornice poznatog Takatorijevog sustava za spajanje nogavica i zatvaranje prstiju.

5. Suvremena proizvodnja finih ženskih čarapa

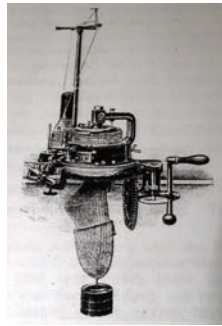
Danas se gotovo sve fine ženske čarape izrađuju na jednocilindričnim čaraparskim automatima. Najznačajniji svjetski proizvođači čaraparskih automata dolaze iz Italije. To su Lonati, Rumi, Conti, Santoni, te iz Japana – Nagata. Cilindri su promjera 95 ili 102 mm te sadrže 330 do 420 igala. Grublje zimske čarape izrađuju se na automatima sa 330 ili 340 igala, dok se fine čarape izrađuju na automatima s više od 400 igala. Brzina rotacije cilindra može iznositi i do 1000 ok/min. Ipak, čarape sa žakar uzorkom izrađuju se pri manjim brzinama od oko 500 ok/min. Duge čarape, ovisno o veličini, mogu imati između 3000 i 4000 redova, te se pletu za oko 250 sekundi [4]. Podizači i povlačači igala elektronički su upravljani i mogu se postaviti u različite pozicije, što omogućava izradu pletiva različitih gustoća na pojedinim dijelovima čarape. Veoma fine čarape izrađuju se PA teksturiranim nitima finoće 8 do 16 dtex, a grublje PA teksturiranim nitima finoće 22 do 55 dtex, uz koje se može uplitati elastanska nit finoće 22 dtex, 33 dtex ili 44 dtex. Pređa je danas obogaćena mirisima, Aloe Verom, vitaminom E, hidratantnom ili anticelulitnom kremom.

Suvremenim čaraparskim automatima elektronički se upravlja, odnosno programira se ciklus izrade čarape, veličina i oblik čarape, 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 sistemima pojedinih proizvođača [4].



a.



b.



c.

Slika 3: a) Svilene čarape, pleteno na Cottonovom stroju, Pariz, druga polovica 19. st., Muzej za umjetnost i obrt, Zagreb; b) Kružnopletači čaraparski stroj, Griswold, 1878. [11]; c) Reklama za Ena deterđent, namijenjen za pranje ženskih čarapa [12]

Čarapa se pleće od gornjeg ruba, gdje se radi dvostruki ili cjevasti rub, s mogućnošću regulacije visine ruba i uplitanja elastomerne pređe u različitim kombinacijama. Zatim se pleću gaćice, pa tijelo čarape, koje može biti glatko ili uzorkovano. Uzorak je moguće dobiti u bilo kojem dijelu tijela čarape. Na kraju se pleću prsti, sa skromnim uzorcima. Na automatima se bez zaustavljanja izrađuje jedna duga čarapa za drugom.

Nakon pletenja dvije čarape se spajaju, ako se želi oblikovati gaćice, a zatim se zašivaju i prsti. Šivanje je automatizirano i odvija se pomoću za to predviđenih automata (npr. Takatori sistem). Nedorađene ženske čarape potom se bojadišu, suše, glačaju i pakiraju [6].

6. Zaključak

Fine ženske čarape gotovo su uvijek kroz povijest bile modni proizvod. Moda je beskrajno varirala boju, strukturu, vez, sirovinski sastav čarapa, čak i u vremenima kada je čarapa jedva provirivala ispod duge suknje. Razvitak Pagetovih, Cottonovih i kružnopletaćih strojeva olakšava modne varijacije. Razvoj novih vlakana, rayona i poliamida pojeftinjuje i čini fine čarape dostupnim. Današnji CAD/CAM sistemi i čaraparski automati omogućavaju masovnu proizvodnju i brze promjene uzorka, te gotovo bezgraničnu modnu igru.

Literatura

- [1] Rutt, R.: A History of Hand Knitting, B. T. Batsford Limited, London, (1987), ISBN 0-7134-5118-1
- [2] Turnau, I.: Knitting, U The Illustrated History of Textiles, Studio Editions, ISBN-10: 1851704469, London, (1991)
- [3] Vrljičak, Z.: 400 godina strojnog pletenja, Tekstil, **Vol. 39** (1990) 6, 334-351, ISSN 0492-5882
- [4] Pavković, G.: Projektiranje pletiva za čarape, diplomski rad, Veleučilište u Karlovcu, Tekstilni odjel Duga Resa, (2005)
- [5] Felkin, W.: History of the Machine-wrought Hosiery and Lace Manufacturers, Burt Franklin, New York; (1967), (originalno objavljeno u Londonu 1867.)
- [6] Horvat, R.: Povijest trgovine, obrta i industrije u hrvatskoj, AGM, Zagreb, (1994), ISBN 953-174-024-0
- [7] Ginsburg, M.: The Illustrated History of Textiles; Studio Editions, London, (1991)
- [8] Chapman, S.: Hosiery and Knitwear: Four Centuries of Small-Scale Industry in Britain c. 1589-2000, Pasold Research Fund, Oxford University Press, Oxford, (2002)
- [9] Izvor: Propagandni materijal Groz Beckert, Knitting International, **Vol. 87** (1980) 1035
- [10] Knitting Together, Dostupno na <http://www.knittingtogether.org.uk/>, Pristupljeno: 2006-03-12
- [11] Johannsen, O.: Die Geschichte der Textil-industrie, Sud-verlog G.M.B.H., Leipzig, Stuttgart und Zürich, (1932)
- [12] Propagandni materijal za Ena prašak za rublje, Svijet ilustrovani tjednik, **Vol. 3** (1927) 13, 254

VIŠENAMJENSKI ŽENSKI ŠEŠIRI - OD IDEJE DO GOTOVOG PROIZVODA

MULTIPURPOSE FEMALE HATS - FROM IDEA TO FINISHED PRODUCT

Antoneta TOMLJENOVIĆ; Maja MAHNIĆ; Vlasta PAVLOVIĆ; Marija SINEL & Adriana
ŠTIMAC

Sažetak: U radu je istražena višefunkcionalna učinkovitost prirodno pigmentiranih pamučnih i bijelih poliesterskih tkanina različite konstrukcije modificiranih nanočesticama titanovog dioksida veličine oko 20 nm u okviru fluorokarbonske apreture. Ispitivanjem UV zaštitne učinkovitosti, vodoodbojnosti, savojne krutosti i čvrstoće početnih i modificiranih uzoraka utvrđena je visoka UV zaštitna učinkovitost i povećana vodoodbojnost modificiranih uzoraka uz gotovo nepromijenjenu čvrstoću te minimalno povećanje savojne krutosti. Potvrđena je primjenjivost osmišljenih tkanina za izradu gotovih proizvoda te su u radu prikazana idejna rješenja za izradu suvremeno dizajniranih višenamjenskih ženskih šešira.

Abstract: The paper explores the multifunctional efficiency of gray cotton and white polyester woven fabrics of different construction modified with TiO₂ nanoparticles (crystal size ca. 20 nm) incorporated in fluorocarbon finish. The results obtained by investigations of UV protective effectiveness, water-repellency, tensile strength and stiffness of the samples before and after modification, indicate a considerable increase in UV protective effectiveness and water-repellency of all modified samples with simultaneously slightly increased stiffness and almost unchanged breaking strength. Applicability of modified textile materials for the end use proposed is approved and ideas for women's hats for multipurpose use and modern design are presented.

Ključne riječi: višenamjenski ženski šeširi, višefunkcionalni tekstilni materijali, TiO₂ nanočestice

Keywords: multipurpose female hats, multifunctional textile materials, TiO₂ nanoparticles

1. Uvod

Budući da Sunčevo ultraljubičasto zračenje, koje u uvećanoj mjeri dolazi do površine Zemlje, može izazvati oštećenja kože, očiju ali i maligna oboljenja, proizašlu potrebu osobne zaštite moguće je osigurati i primjenom šešira odgovarajućih karakteristika. Oni bi trebali biti dizajnirani tako da zasjenjuju što veći dio lica i vrata te u što većem udjelu osiguravaju zaštitu od direktnog i difuzno raspršenog Sunčevog UV zračenja. Ako su izrađeni od tekstilnih materijala odgovarajućih karakteristika, zadovoljavaju višenamjenske zahtjeve vezane uz njihovu primjenu i izloženost različitim vremenskim utjecajima (npr. kiša, Sunce).

Prateći suvremeni razvojni trend osmišljavanja tekstilnih materijala usmjeren prema funkcionalizaciji njihove površine primjenom nanotehnologije, cilj rada je istražiti višefunkcionalnu učinkovitost prirodno pigmentiranih pamučnih i bijelih poliesterskih tkanina različite konstrukcije modificiranih nanočesticama titanova dioksida veličine oko 20 nm u okviru fluorokarbonske apreture, definirati njihovu primjenjivost za izradu višenamjenskih ženskih šešira te predložiti idejna rješenja za njihovu izradu.

2. Eksperimentalni dio

Istraživanja su provedena na prirodno pigmentiranim pamučnim (C1-C3) i bijelim poliesterskim tkaninama (P1-P3), različite konstrukcije (tab. 1), koje osiguravaju minimalnu apsorpciju Sunčeva zračenja viših valnih duljina [1], što pak utječe na veću udobnost pokrivala za glavu koja su od njih izrađena. S ciljem modifikacije UV zaštitne učinkovitosti, vodoodbojnosti ali i zaštite uzoraka od prljanja različitim vrstama nečistoća uz zadržanu zrakopropusnost [2, 3], tkanine su impregnirane multifunkcionalnim sredstvom sljedećeg sastava: 30 g/l FC (kationaktivna disperzija perfluoriranog spoja i visokomolekularnog kondenzacijskog spoja s ugrađenim ekstenderom), 3 g/l reaktivnog neformaldehidnog umreživača na osnovi polifunkcionalnog izocijanata, 5 g/l sredstva za kvašenje (mješavina anionskih i neionogenih surfaktanata) i 6 g/l titanovog dioksida uz pH kupelji 4,5. Primijenjene su kapsulirane hidrofilne ultrafine rutil TiO₂ čestice (T) veličine oko 20

nm, specifično namijenjene za kozmetičke UV zaštitne pripravke. Postupak impregniranja proveden je kontinuiranim postupkom fulardiranja uz naknadno istovremeno sušenje i kondenzaciju na 160 °C tijekom 1,5 minuta na rasteznom sušioniku Benz, Zürich, Švicarska. Suvišak impregnacije uklonjen je istiskivanjem uz efekt cijedenja od oko 60%.

Tablica 1: Konstrukcijska karakterizacija uzoraka tkanina

Uzorak	vlakno	vez	A (g/m ²)	d (mm)	%C	br. niti/cm
C1	Pamuk	platneni	179	0,41	97,4	31/27
C2	Pamuk	platneni	249	0,51	98,7	23/22
C3	Pamuk	platneni	415	0,80	100	21/16
P1	PET, mat	platneni	67	0,13	87,4	42/34
P2	PET, mat	2/1 keperni	152	0,29	98,1	44/21
P3	PET, mat	aida	172	0,37	96,2	45/26

A- plošna masa tkanine, d- debljina tkanine, %C- postotak ispune, broj niti osnove i potke /cm

Na početnim i modificiranim uzorcima tkanina provedeno je ispitivanje:

- UV zaštitne učinkovitosti u skladu s AS/NZS 4399:1996. Izmjerene su vrijednosti srednje UVA i UVB transmisije uzoraka primjenom *Varian Cary 50* spektrofotometra s integriranom sferom i izračunate UPF_{IZ} vrijednosti (faktor zaštite od UV zračenja) umanjivanjem prosječnog UPF -a (osam mjerenja na uzorku) za vrijednost standardne pogreške, uz interval pouzdanosti od 99%.
- čvrstoće prema HRN EN ISO 13934-1:2008. Utvrđene su vrijednosti prekidne sile [N] i prekidnog istezanja [%] primjenom dinamometra *Tenso-Lab 3000 tt. Mesdan*.
- savojne krutosti (ASTM D 1388-64:1989) i
- vodoodbojnosti metodom kapi (3M Test II-1988) primjenom 11 otopina mješavine voda/izopropanol u definiranim omjerima. Ispitivani uzorak dobiva odgovarajuću oznaku kvalitete: od minimalne W (čista voda) do maksimalne 10 (čisti izopropanol).

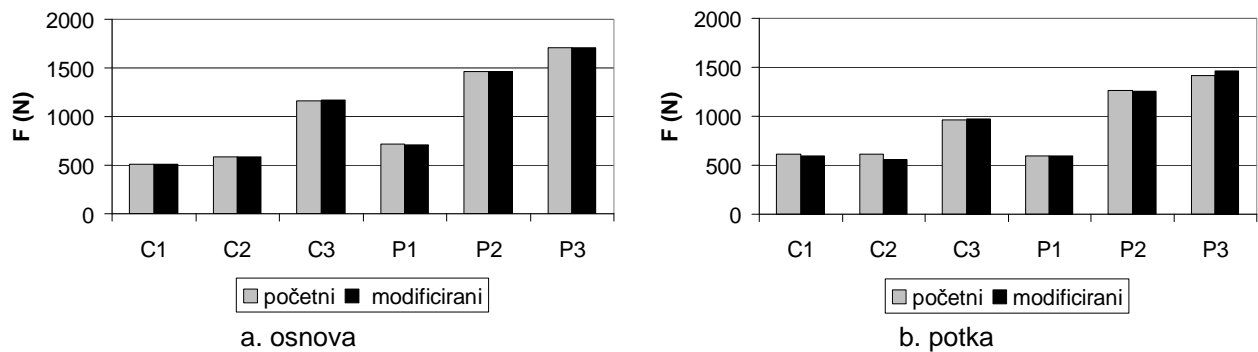
3. Rezultati i diskusija

Iz rezultata ispitivanja prikazanih u tab. 2 vidljivo je da se UV zaštitna učinkovitost svih uzoraka pamučnih tkanina modificiranih nanočesticama titanovog dioksida nanesenih na tekstilne supstrate u okviru fluorokarbonske aperture povećava (povećanje UPF vrijednosti) te se uzorci prema AS/NZS 4399:1996 mogu klasificirati kao UV zaštitni. Svi osiguravaju odličnu zaštitu od UV zračenja (UPF razredba: 50+), osim najtanjeg poliesterskog uzorka P1 koji nakon provedene modifikacije osigurava vrlo dobru zaštitu. Polučeno povećanje UV zaštitne učinkovitosti na ovaj način oplemenjenih uzoraka potvrđeno je značajnim smanjenjem transmisije UV zračenja kroz uzorke zahvaljujući povećanju UV apsorpcije od strane nanočestica [1]. Dobiveni rezultati također ukazuju na to da odgovarajuće gusto strukturirane tkanine (npr. C2 i C3) mogu pružiti zadovoljavajuću UV zaštitu, ali da se željena i što veća zaštitna funkcija tkanina osigurava dodatnim oplemenjivanjem. Time je potvrđena primjenjivost modificiranih tkanina za izradu proizvoda visoke UV zaštitne učinkovitosti.

Tablica 2: Prosječna UVA i UVB transmisija, izračunate UPF vrijednosti početnih i modificiranih (T) uzorka tkanina te pripadajuća razredba

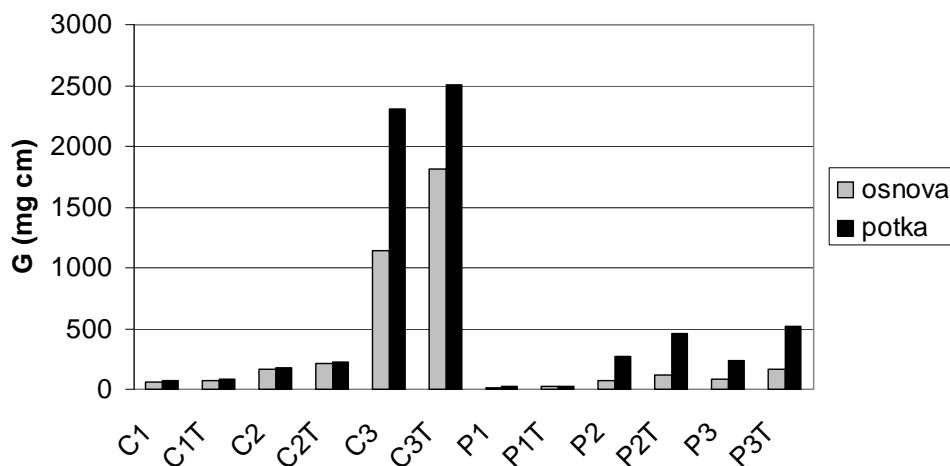
Uzorak	Transmisija (%)		UPF_{IZ} /razredba
	Prosječna UVA	Prosječna UVB	
C1	6,447	3,247	22,827/20
C1T	1,323	0,236	221,686/50+
C2	1,961	1,008	67,157/50+
C2T	0,158	0,100	938,882/50+
C3	0,184	0,100	913,597/50+
C3T	0,100	0,100	1000,00/50+
P1	13,589	1,109	30,296/30
P1T	11,519	1,369	36,971/35
P2	5,988	0,100	160,352/50+
P2T	3,235	0,100	262,869/50+
P3	5,550	0,212	119,454/50+
P3T	3,688	0,152	179,827/50+

Usporedbom vrijednosti prekidne sile početnih i modificiranih uzoraka (sl. 1) nisu ustanovljene značajnije promjene. Stoga je potvrđeno da se čvrstoća modificiranih uzoraka u smjeru osnove i potke gotovo ne mijenja nakon provedenog oplemenjivanja.



Slika 1: Prekidna sila početnih i TiO₂ modificiranih uzoraka: a. smjer osnove, b. smjer potke

Iz rezultata prikazanih na sl. 2 vidljivo je da je kod svih modificiranih uzoraka utvrđeno povećanje savojne krutosti – kod tanjih pamučnih uzoraka C1 i C2 te poliesterskog P1 minimalno, a kod debljih uzoraka C3, P2 i P3 u većem iznosu. S tim u vezi zbog povećane se krutosti modificiranih tkanina pri izradi npr. širokih oboda ženskih šešira ne bi trebala primjenjivati ljepljiva međupodstava za učvršćivanje krojnih dijelova.

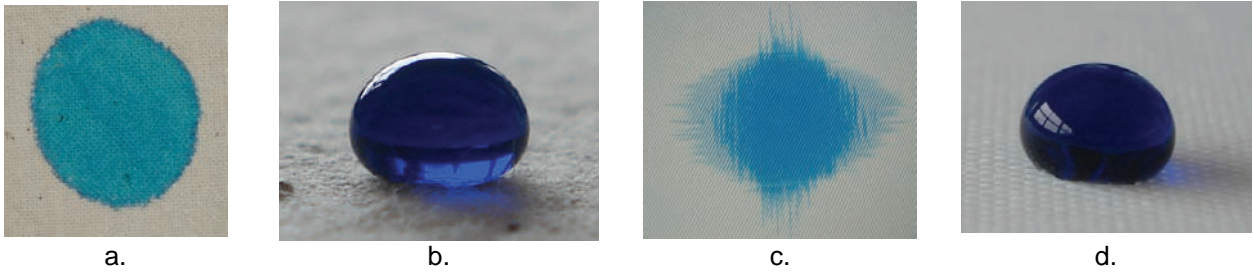


Slika 2: Savojna krutost početnih i TiO₂ modificiranih uzoraka tkanina (T)

Nakon modifikacije fluorokarbonskim sredstvom uz dodatak nanočestica svi uzorci, osim najtanjeg poliesterskog uzorka P1, nose najviše oznake vodoodbojnosti (tab.3). Razlike između hidrofilne površine početnih i hidrofobne modificiranih uzoraka potvrđene su također na sl. 3. Iz navedenog proizlazi visoka primjenjivost modificiranih materijala za zaštitu od kiše, posebice ljetnih pljuskova, te i zaključak da bi od njih izrađeni šeširi bili visoke vodoodbojne zaštitne djelotvornosti.

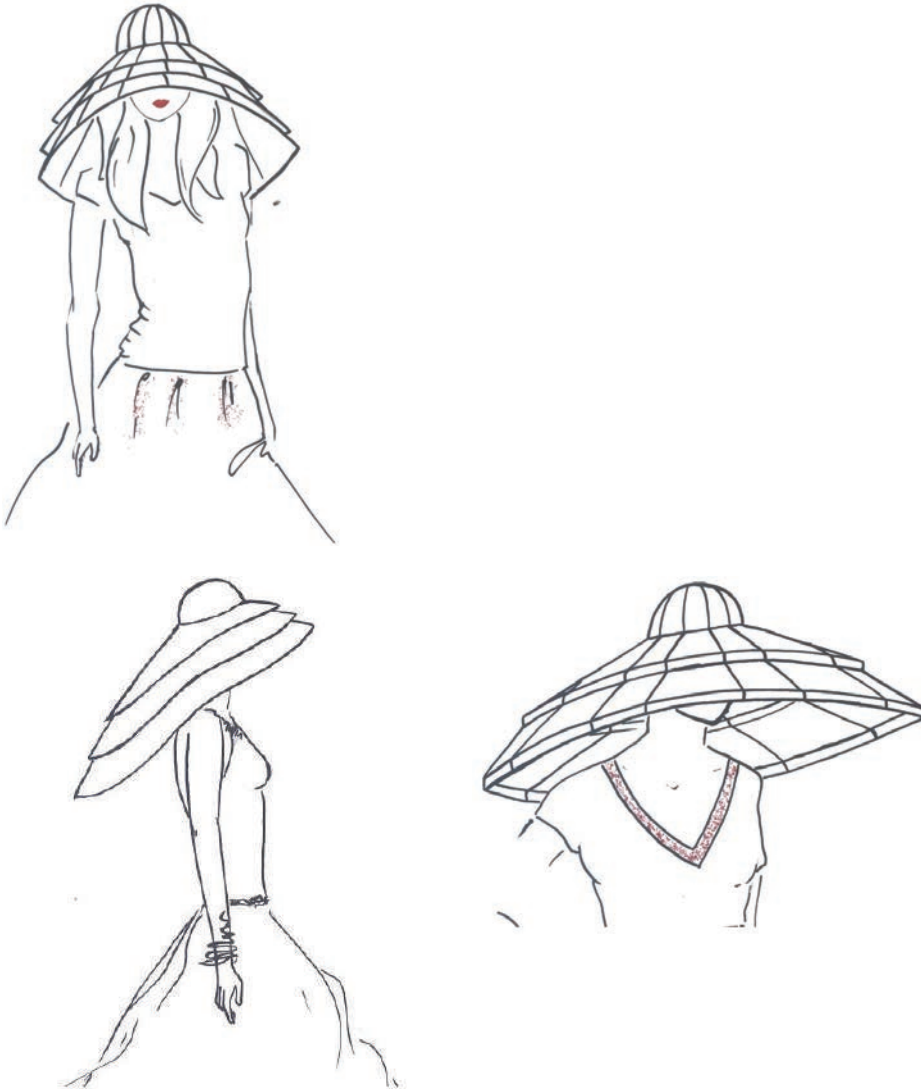
Tablica 3: Vodoodbojnost početnih i modificiranih uzoraka tkanina

Vodoodbojnost - 3M Test II						
Uzorak	C1	C2	C3	P1	P2	P3
početni	1	1	1	W	W	-
TiO ₂ modificirani	10	10	9	6	9	9



Slika 3: Kap vode na hidrofilnoj površini: pamučnog uzorka C3 (a.) i poliesterskog uzorka P2 (c.) te hidrofobnoj površini istih nanočesticama modificiranih uzoraka: C3T(b.) i P2T (d.)

U skladu s potvrđenom primjenjivosti modificiranih tkanina za izradu višenamjenskih pokrivala za glavu, prikazana su idejna rješenja studenata diplomskog studija Tekstilno-tehnološkog fakulteta za izradu suvremeno dizajniranih ženskih šešira (sl. 4 – 7).



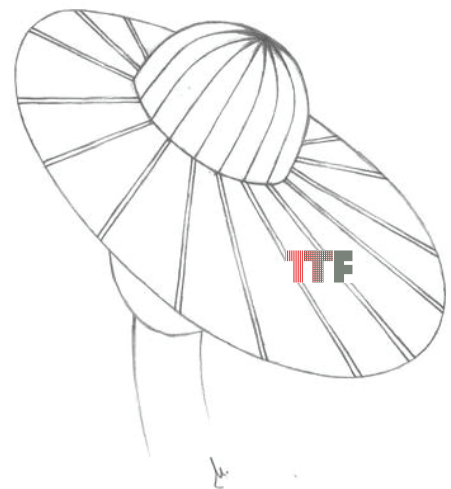
Slika 4: Šešir s više oboda različite širine i oblika: idejna rješenja Marije Sinel



Slika 5: Šešir sa širokim obodom nosiv u dnevnim ali i večernjim prigodama: idejno rješenje Vlaste Pavlović



Slika 6: Šeširi sa zaštitnom maramom: idejna rješenja Adriane Štimac



Slika 7: Sklopivi šešir: idejno rješenje Maje Mahnić

4. Zaključak

Laka provedivost modifikacije tkanina u okviru već uhodanih receptura u pogonima proizvođača, uz dodatak nanočestica titanovog dioksida u veoma niskoj koncentraciji od 6 g/l, može osigurati primjenjivost dobivenih rezultata u praksi. Tkanine modificirane s TiO₂ nanočesticama inkorporiranim u fluorokarbonsko apretorno sredstvo osiguravaju višefunkcionalnu zaštitnu učinkovitost - od Sunčeva zračenja i kiše uz gotovo nepromijenjenu čvrstoću te povećanje savojne krutosti. Potvrđena je primjenjivost inovativno osmišljenih tkanina za izradu suvremeno konstruiranih i dizajniranih višenamjenskih ženskih šešira.

Literatura

- [1] Tomljenović, A.; Urbas, R. & Rolich, T.: UV/VIS/NIR spektrofotometrijska analiza višefunkcionalnih tkanina, 2. znanstveno-stručno savjetovanje *Tekstilna znanost i gospodarstvo*, (ur. Ujević, D. i Penava, Ž.), str. 221-226, ISBN 978-953-7105-27-3, Zagreb, Hrvatska, 23. siječnja 2009., Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (2009)
- [2] Tomljenović, A.; Pezelj, E. & Sluga, F.: Aplikacija TiO₂ nanodelcev za UV zaščito tekstilnih materialov za senčila, 38. simpozij o novostih v tekstilstvu: *Oblikovanje in tehnologije – novi izzivi za prihodnost*, (ur. Simončič, B.), str. 59-64, ISBN 978-961-6045-46-9, Ljubljana, Slovenija, 21. junij 2007., Naravoslovnotehniška fakulteta Oddelek za Tekstilstvo, Ljubljana, (2007)
- [3] Tomljenović, A.; Pezelj, E. & Soljačić, I.: Durability of Multifunctional Shade Textile Materials Modified by TiO₂ Nanoparticles, 8th *World Textile Conference AUTEX 2008*, (ur. Rovero, G.), str. 1-8, ISBN 978-88-89280-49-2, Biella, Italy, June 24-26 2008, Politecnico di Torino, (2008)

Zahvala

Autori se srdačno zahvaljuju mr. sc. Slavici Bogović i dipl. inž. Beti Rogina na svesrdnoj pomoći pri izradi prototipa osmišljenih šešira.



SEKCIJA G

OSTALE TEME

SECTION G

OTHER TOPICS

BOJA U RADNOM OKRUŽENJU

COLOUR IN WORK AMBIENT

Anica HUNJET; Đurđica PARAC-OSTERMAN & Vesna TRALIĆ-KULENOVIĆ

Sažetak: Prikazano je da je boja jedan od vrlo važnih parametara u radnom okruženju koji će utjecati na raspoloženje, radni učinak i općenito na psihofizički osjet osobe. U većini ureda (kancelarija) prevladavaju akromatski (bijelo, sivo, crno) do prirodno zemljani tonovi.

Cilj je bio upravo dati osvrt na odnos onih ureda u kojima su najveće površine zidovi bijelih do zemljanih akromatskih tonova. U takvom radnom okruženju, u kojem rukovoditelj zauzima primarno mjesto, važnu ulogu u prvom kontaktu sa strankom zasigurno pripada boji odjeće. Crna i siva odijela u takvom prostoru daju mirnoću i ističu ozbiljnost i profesionalnost. Međutim, ako se takav prostor upotpuni detaljima kromatskih tonova (namještaj, slike, tepisi i sl.), npr., ružičasta s akromatskom primjesom, čak i žuta s akromatskim primjesama, čitava okolina poprima prisni susret osoba s kojim se treba sastati. Ispitivanja su temeljena na Stevensovoj metodi konstantnog stimulusa, statistički obrađena, te utjecaj boje okruženja na percepciju promatrača prikazan u box plotovima.

Abstract: It has been proven that colour is one of very important parameters of work environment, which can affect our mood, work performance and generally psychophysical human sensation. In most offices achromatic (white, grey, black) tones to natural earthy tones prevail.

The aim was to provide a review of the relationship of those offices where the greatest areas are occupied by the walls of white to achromatic earthy tones. In this kind of work environment, where the manager occupies the primary place, the colour of clothing surely plays a major role in the first contact with a visiting client. Black and grey suits provide tranquility and stress seriousness and professionalism in such a space. However, if this space is supplemented with details of chromatic tones (furniture, pictures, carpets etc.), e.g. rose with an achromatic admixture, even yellow with achromatic admixtures, it has been proven that the whole environment provides an intimate meeting of persons. The investigations are based on Stevens's method of constant stimuli, they were statistically processed, and the effect of the colour of the environment on observers' perception is depicted in box plots.

Ključne riječi: akromatski tonovi, percepcija boje, Stevensova metoda, box plotovi

Keywords: achromatic tones, colour perception, Stevens's method, box plots

1. Uvod

Znanost o bojama razvija se kroz stvaranje teorija i provođenje istraživanja koja pomažu razumijevanju percepcije boje. Prva znanstvena istraživanja psihofizičkog doživljaja boje proveli su Aubert, Exner, Newton, Helmholtz, Hering, Land, Munsell i Ostwald te dali osnovu shvaćanju i razumijevanju fenomena boje [1]. Dokazali su da će doživljaj neke boje ovisiti i mijenjati se ovisno o promjeni parametara i uvjeta promatranja, kao što su promatrač, izvor svjetlosti, pozadinska obojenja, energetska razina osvjetljenja i drugo.

Isaac Newton utvrdio je, na osnovi eksperimentalnih činjenica, da bijela svjetlost nije samo homogeni entitet već smjesa svih boja spektra, što je doprinijelo potpunijem razumijevanju o boji i viđenju boje [2,3].

Zbog apsorpcije i refleksije na određenim valnim duljinama promatrač će doživjeti određenu boju. Prema teoriji vizualizacije, o tumačenju načina na koji ljudsko oko prepoznaje boju, u ljudskom oku postoje dvije vrste fotoosjetljivih elemenata: štapići i čunjići.

Godine 1867. H. von Helmholtz postavio je teoriju trikromije-primarne boje svjetla; crvena, zelena i plava. Objašnjenje doživljaja boje u mozgu dano je „zonskom teorijom viđenja boja“, a ona objedinjuje Heringovu teoriju -teoriju suprotnih procesa - i trikromatsku teoriju [4,5,].

Prikazano je da boje imaju važan utjecaj na fiziološke procese u organizmu, da boje simboliziraju život, a isto tako da intenzivno djeluju na živa bića. Budući da su fiziološki procesi usko povezani s psihološkim procesima, potrebno je promatrati djelovanje boja na ljudski organizam u psihološkom smislu. Boje

povezujemo s osjećajima i raznolikim doživljajima pa i na taj način pokatkad dobivamo novu percepciju boje [6,7,8].

Cilj rada bio je dati osvrt kako na psihološki doživljaj promatrača utječe boja radnog okruženja i kakav utjecaj na radnu atmosferu ima boja odjela rukovoditelja. Ispitivanja su temeljena na Stevensovoj metodi konstantnog stimulusa.

Za testiranje hipoteza koristili su se neparametarski statistički testovi: Mann-Whitney U Test, Kruskal –Wallis ANOVA i Medijan test. Dobiveni rezultati subjektivnog vrednovanja boje obradili su se primjenom aplikativnog programa Statistica (StatSoft) kao i SAS programskog paketa (SAS Institute), a utjecaj boje na percepciju promatrača prikazan je u box plotovima [9].

2. Metodika testiranja

Ispitivanja su provedena sa 14 promatrača starosne dobi od 21. do 40. godine. Promatračima je postavljeno pitanje:

- A. Kakav psihološki dojam na vas ostavlja rukovoditelj;**
 - I. U crnom odijelu s plavosivom kravatom,**
 - II. U crnom odijelu s crvenom kravatom i crvenom maramicom u džepu te**
 - III. U crnom odijelu s akromatsko-žutom kravatom i žutom maramicom u džepu.**
- B. Kako na vas utječe boja okruženja-ureda ako su;**
 - I. Zidovi bijelo obojeni, uredski namještaj crn,**
 - II. Zidovi bijelo obojeni, uredski namještaj crvenkasto-mahagoni i**
 - III. Zidovi bijelo obojeni, uredski namještaj, tepisi, slike i dr. u kromatsko akromatskim tonovima.**

Zbog jednostavnosti statističke obrade promatračima su ponuđena dva odgovora: **a)** doživljaj boje i okoline ostavlja ravnodušnim i **b)** doživljaj boje i okoline-ureda na osjećaj „topline-prisnosti“ boravka u prostoru.

Statistički obrađeni rezultati subjektivnog vrednovanja boje obradili su se primjenom aplikativnog programa Statistica (StatSoft) kao i SAS programskog paketa (SAS Institute), te utjecaj boje na percepciju promatrača prikazan u box plotovima, slika 1.

3. Diskusija

Doživljaj boje temelji se na „zonskoj teoriji viđenja boje“ koja objedinjuje teoriju suprotnih procesa i trikromatsku teoriju. U ovom radu dan je osvrt kako boja utječe na psihološki doživljaj pojedinaca u njegovoj radnoj sredini.

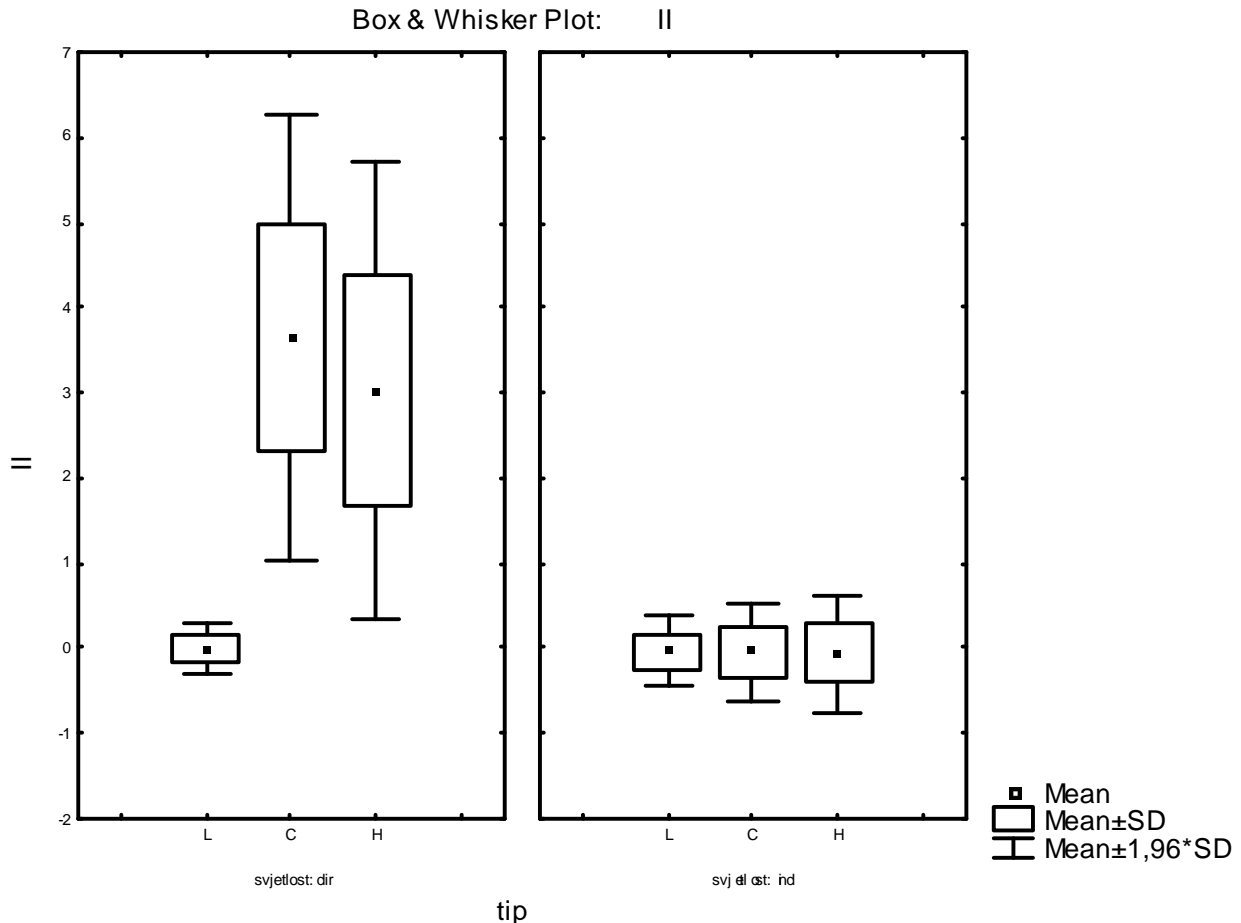
Rukovoditelj zauzima primarno mjesto, a važna uloga u prvom kontaktu sa strankom zasigurno pripada i boji odjeće. Intenzitet doživljaja utjecaja boje promatrača ocijenjen je frekvencijom veličine doživljaja „f“ (u statistici se često uzima kao veličina pogreške) i to za pitanje

A- Kakav psihološki dojam na vas ostavlja rukovoditelj? i

B- Kako na vas utječe boja okruženja-ureda? Rezultati su prikazani u box plotovima, slika 1.

Ova istraživanja provedena su u prostoriji-uredu bijelo obojenih zidova. U prvoj skupini ispitanika –**A-**, u kojoj se tražio odgovor na utjecaj pojavnosti rukovoditelja, potvrđuje se da crno odijelo u takvom prostoru daje mirnoću i ističe ozbiljnost i profesionalnost; ispitanici ostaju ravnodušni (**I**).

Međutim, ako se odijelo upotpuni crvenom kravatom i crvenom džepnom maramicom (**II**), ispitanici se osjećaju „toplije-prisnije“ s rukovoditeljem, što će zasigurno utjecati i na otvoreniju komunikaciju. Isto se može očekivati za slučaj **III** s nešto manjom frekvencijom (f) doživljaja, jer žuta boja je s akromatskom bojom smanjila intenzitet utjecaja na psihološki doživljaj promatrača.



Slika 1. Psihološki doživljaj (f-frekvencija doživljaja) boje okoline; **A-** dojam odjeće rukovoditelja i **B-** dojam boje okruženja-ureda

U slučaju postavljenog pitanja **B**, razlike u frekvenciji doživljaja (f) nisu tako naglašene. Međutim, ipak se uočava da se i radni prostor-ured doživljava ugodnije (toplije-prisnije) ako se upotpuni kromatskim tonovima (**II** i **III**). Promatrač, zbog veličine prostora, nema tako izraženi osjećaj utjecaj boje na doživljaj kao što se to događa u „prisnom“ kontaktu s rukovoditeljem.

4. Zaključak

Prikazano je da je odijevanje primarno za komunikaciju, a k tome i za uspješnost rukovođenja. Crno odijelo ističe ozbiljnost i profesionalnost, ispitanici ostaju ravnodušni. Međutim, svakim dodatkom kromatskog tona boje (crvena, žuta...) rukovoditelja se doživljava prisnije, što zasigurno utječe na uspješnost komunikacije i rješavanju zadatka.

Radna okolina-ured, zasigurno utječe na udobnost rada, no ispitanici nisu pridali posebno značenje utjecaju važnosti boje okoline, namještaja i sl. za uspjeh u poslu.

Literatura

- [1] Društvo koloristov Slovenije: *Interdisciplinarnost barve*, I. Del v znanosti, ISBN 961-90948-0-8 Maribor (2001)
- [2] Hunt, R.W.G.: *Measuring Colour*, 2nd edition ed. John Wiley & Sons, New York (1991)
- [3] Giorgianni, E. J.; Madden, T. E.: *Digital Color Management*, Addison-Wesley Longman, London (1998)
- [4] Wyszecski G.; Stiles W. S.: *Color Science-Concept and Methods, Quantitative data and Formulas*, 2nd edition, John Wiley and Sons, New York, (1982)
- [5] Judd D. B.; Wyszecski G.: *Color in business, science, and industry*, 3rd ed., John Wiley & Sons, New York: (1975)

- [6] Hunjet A.; Parac-Osterman Đ.; Benšić M.: Utjecaj boje okoline na doživljaj žutog i plavog tona/ Influence of Ambient Colour on the Sensation of Intensity of Yellow and Blue Hue, *Tekstil* **Vol. 55** (2006) 3, str. 121-126, ISSN 0492-5992
- [7] Parac-Osterman Đ.; Hunjet A.; Burušić J.: Psycho-physical study of color, *AIC2004, Color and paints*, Porto Alegre, Brazil (2004), str. 78-84
- [8] Hunjet A.; Parac-Osterman Đ.; Benšić M.: Utjecaj tona boje na akromatskim podlogama, *Tehnički glasnik, Časopis Veleučilišta u Varaždinu*, (2007), str. 38-43
- [9] Hunjet A.; Utjecaj okoline na doživljaj boje, Doktorska disertacija, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, (2006)

TEKSTILNA INDUSTRIJA I SUSTAVI UPRAVLJANJA KVALITETOM TEXTILE INDUSTRY AND QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS

Marija JURČEVIĆ; Ines SUTIĆ; Tonći LAZIBAT & Darko UJEVIĆ

Sažetak: *Tekstilna i odjevna industrija u Hrvatskoj jedne su od najvažnijih hrvatskih industrijskih grana, te se hrvatska industrijska tradicija povezuje s nastankom i razvojem upravo te industrijske grane. Zadnja dva desetljeća ta industrija gotovo da stagnira, dok iz svog redovnog poslovanja i slabih rezultata jedva da održava tehnološku razinu, te se traži hitno rješenje i efikasna reakcija. Hrvatska tekstilna industrija treba krenuti u proces restrukturiranja proizvođača prema proizvodnji s višim razinama dodane vrijednosti. Ovim radom nastoji se analizirati utjecaj implementacije sustava upravljanja kvalitetom na poslovanje tekstilne industrije. Cilj rada je dokazati da primjena sustava upravljanja kvalitetom utječe na smanjenje troškova i ostvarenje bolje konkurentske pozicije tekstilne industrije u Republici Hrvatskoj.*

Abstract: *The textile and clothing industry is one of the most important industries in Croatia, and the Croatian industrial tradition is associated with the emergence and development of those industries. Over the last two decades, this industry has been almost stagnant, while its ordinary course of business and poor results can hardly keep up the technological level, and an urgent solution and efficient response are required. The Croatian textile industry should initiate the process of restructuring the production towards higher levels of added value. This paper tends to analyze the impact of the implementation of the quality management system of the textile industry. The aim is to prove that the application of the quality management system affects the costs and achievement of a better competitive position of the textile industry of Croatia.*

Ključne riječi: *sustavi kvalitete, ISO 9001, tekstilna i odjevna industrija, upravljanje kvalitetom, ISO norme*

Keywords: *quality systems, ISO 9001, textile industry, quality management*

1. Uvod

Osnovni cilj uvođenja upravljanja kvalitetom u tekstilnoj i odjevnoj industriji je postizanje što više kvalitete uz minimum škarta, a uz optimalnu iskorištenost kapaciteta kako bi se postigao maksimum profita i zadovoljstvo klijenata. Kontrola kvalitete i provođenje filozofije kvalitete u tekstilnoj industriji nije nimalo jednostavno. Kontrola kvalitete dio je sustava upravljanja kvalitetom fokusirana na ispunjavanje osnovnih zahtijeva vezanih za kvalitetu [1]. Nakon uspostave kontrole kvalitete nastavlja se razvojem sustava osiguranja i upravljanja kvalitetom. U svjetskoj tekstilnoj industriji primjenjuju se sustavi za upravljanje kvalitetom, okolišem, zdravljem i sigurnošću. Kroz posljednje desetljeće uloga kvalitete značajno je porasla na način da kupac nije jedini subjekt kojem je nužno isporučiti zadovoljstvo i vrijednost. Povećavaju se zahtjevi zaposlenika, lokalne i globalne zajednice, investitora kao i društva u cjelini. U vremenu globalnog gospodarstva i jake konkurencije nema mjesta nekvaliteti, a kvaliteta postaje ne samo normirana već i odlučujući čimbenik opstanka na svjetskom tržištu [2]. Odgovor na svekolike zahtjeve pronalazimo u razvoju modela poslovne izvrsnosti, razvoju sustava upravljanja kvalitetom i pripadajućih standarda te mjerenjem performansi.

2. Strateške odrednice hrvatske tekstilne industrije i njezina razvoja

Tekstilna i odjevna industrija u Hrvatskoj jedne su od najvažnijih hrvatskih industrijskih grana te se hrvatska industrijska tradicija povezuje s nastankom i razvojem upravo te industrijske grane. U tekstilnoj i odjevnoj industriji u prosincu 2007. godine u Hrvatskoj je bilo zaposleno 26.898 djelatnika, što je 2,28% ukupno zaposlenih u RH, odnosno udio tekstilaca prema broju zaposlenih u prerađivačkoj industriji (koja čini 80% ukupne industrije) je 10,87% [3]. U ukupnom izvozu Hrvatske tekstilna i odjevna industrija sudjeluje sa 5,8%. U 2007. godini zabilježen je deficit 511.820 milijuna USD u vanjskotrgovinskoj razmjeni (proizvodno načelo). Izvoz se ostvaruje uglavnom u uslužnim (lohn) poslovima (u normalnim uvjetima su jedva zadovoljavajuće profitabilni), čime je prosječno popunjeno 80-95% proizvodnih kapaciteta. Puni izvoz odnosno izvoz robe hrvatskog podrijetla ostvaruje se u proizvodnji odjeće, i to posebice muških odijela za tržišta Velike Britanije,

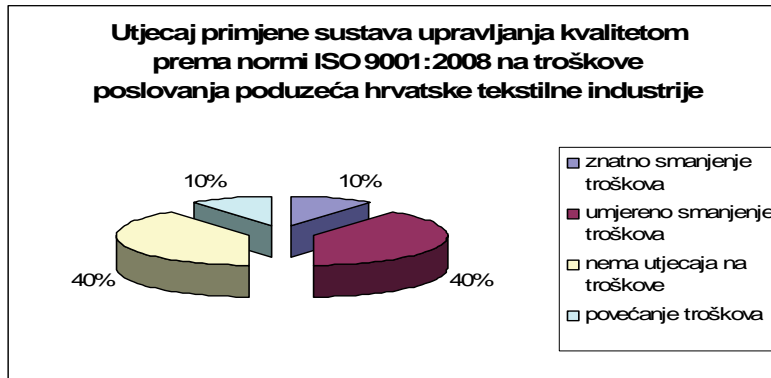
Italije, Slovenije, BiH i Rusije, a ženska odjeća prodaje se na tržištu Slovenije, Češke i BiH. U Njemačkoj, Austriji i Sloveniji ostvaruje se puni izvoz trikotažne robe, a pređe i tkanine izvoze se uglavnom u Italiju, Njemačku i BiH. Također je vrlo značajan puni izvoz muških i ženskih čarapa u Italiju, Njemačku i Nizozemsku. Tekstilno i odjevno gospodarstvo ima 3,26% udjela u ukupnom prihodu prerađivačke industrije. Primarna industrija ostvaruje 38,73% ukupnog prihoda, a odjevna industrija, dorada i bojenje krzna imaju 61,27% udjela u ukupnom prihodu grane. Općenito se ukupne investicije u tekstilnu i odjevnju industriju odnose na kupnju nove tehnološke opreme (70-90%). Dakle, možemo zaključiti kako tekstilna i odjevna industrija čine bitan dio hrvatske ekonomije. Ipak, odlikuje ih, između ostalog, i niska proizvodnost rada. Također imaju jako nisku profitabilnost. Plaće zaposlenika su visoke u usporedbi sa zemljama u razvoju pa je teško postići cjenovnu konkurentnost, a preniske su u odnosu na ostalo gospodarstvo Hrvatske pa je premala motiviranost i nedovoljne su za privlačenje stručnjaka kako bi se ostvarila veća dodana vrijednost. Uz ove osnovne karakteristike nimalo ne idu na ruku kretanja na svjetskim tržištima. Posebno drastične promjene velikog intenziteta i dinamike odvijale su se tijekom 20. stoljeća, a u posljednja dva desetljeća poprimile su razmjere stresa izazvanog restriktivskom politikom razvijenih zemalja kako bi zaštitile vlastitu proizvodnju. Polazeći od trenutnog stanja tekstilne industrije, nije problem definirati točke na kojima se može temeljiti njezin dugoročno održivi razvoj, dakako uzimajući u obzir dramatične promjene na svjetskom tržištu, ali i potencijale kojima raspolaže. Vizija hrvatske tekstilne industrije mora sadržavati u sebi kaizen. filozofiju u pogledu stalnog napretka i poboljšanja u svakom pogledu djelovanja pojedine kompanije. Također je važna i sama koordinacija cijelog sektora koji mora provoditi zajedničke akcije s mjerljivim učincima, smatrajući kako su međusobni interesi unutar industrije komplementarni. Potrebno je potaknuti razvoj vlastitog istraživanja i razvoja kako bi održavali potrebnu visoku razinu kvalitete i ponude branda. Kroz povećanje spoznaje o kupčevim željama i uvođenjem fleksibilnijih tehnologija proizvodnje, sve veći broj proizvoda bit će rađen prema narudžbi. To i povećana potreba za razvojem novih proizvoda zahtijevat će suradnju među kompanijama u svim fazama proizvodnog i opskrbnog lanca [4]. Kako se turbulencije na tržištu nastavljaju, kompanije povećavaju svoju otvorenost razvojem novih strategija, organizacijskih struktura, sustava i mogućnosti. Kompanije koje se ne uspiju prilagoditi bankrotirat će ili će biti preuzete od konkurencije. Kompanije tekstilne industrije našle su se, prema Ansoffu, u kreativnoj okolini. [5]. U takvoj okolini samo izrazito inovativni i fleksibilni mogu opstati. Jedan od načina izlaska iz gore navedenih problema je implementacija sustava upravljanja kvalitetom.

3. Rezultati istraživanja sustava upravljanja kvalitetom u tekstilnoj industriji

Već odavno je ekonomske teoretičare, ali i praktičare, zaintrigiralo pitanje opravdanosti uvođenja sustava kvalitete i certificiranja. Jedno takvo istraživanje pokazalo je između ostalog komparacijom i analizom financijskih pokazatelja prije i nakon uvođenja sustava kvalitete kako je dotičnim poduzećima porasla profitabilnost [6]. Pokazalo se kako su imale bolju kontrolu troškova, ali postigle su i povećanje prodaje. Međunarodni standard za implementaciju sustava upravljanja kvalitetom je ISO 9001:2008. Pojam standard kvalitete ne treba pogrešno shvatiti. Primjerice ISO 9001 ne postavlja nikakve specifikacije za kvalitetu proizvoda. On postavlja relativno široke smjernice za osiguranje kvalitete i uključenost menadžmenta. Naglasak je na prevenciji prije negoli na inspekciji i doradama. Naglasak je također premješten s procesa proizvodnje na proces dizajniranja proizvodnje.[7] Američko udruženje za kvalitetu definira upravljanje kvalitetom kao primjenu formaliziranih sustava s ciljem postizanja maksimalnog zadovoljstva kupaca uz minimalne ukupne troškove i postizanje konstantnog napretka. Formaliziran sustav upravljanja kvalitetom zahtijeva dokumentiranu strukturu organizacije, odgovornosti djelatnika, procedure potrebne za postizanje učinkovitog napretka u pogledu kvalitete [8]. Potreban je odmak od tradicionalnog ka suvremenom pogledu na kvalitet i razvoj tzv. TQM-a (Total quality management). Tradicionalni pogled na kvalitetu promatra zaposlenike kao pasivne radnike koji slijede nalog menadžera, dok suvremeni pristup potpune kvalitete podrazumijeva sudjelovanje zaposlenika u donošenju prijedloga za poboljšanje sustava [9].

Cilj ovoga rada je dokazati da primjena sustava upravljanja kvalitetom utječe na smanjenje troškova i ostvarenje bolje konkurentne pozicije tekstilne industrije u Republici Hrvatskoj. Odgovori na pitanja o promjeni u troškovima i konkurentskoj poziciji nakon uvođenja sustava upravljanja kvalitetom trebali bi dati konkretan i jasan odgovor na pitanje koje muči mnoge menadžere, a to je isplativost i opravdanost uvođenja sustava upravljanja kvalitetom u tekstilnoj industriji u Republici Hrvatskoj. Osnovni cilj istraživanja bio je istražiti poznavanje sustava kvalitete u tekstilnoj industriji u Republici Hrvatskoj, te razinu primjene normi za izgradnju sustava kvalitete. Također, istražen je stupanj spoznaje o osnovnim alatima za upravljanje kvalitetom i opće znanje o njima. Istraživanje je provedeno anonimnim anketnim upitnikom na uzorku od 39 hrvatskih poduzeća iz tekstilne industrije [10]. Od 39 ispitanika 27 je muškog spola, a 12 ženskog. Prema obrazovanju polovica ih je visoke stručne spreme, a nešto manje srednje stručne spreme. Manji postotak (11%) predstavlja visoko obrazovane s titulama magistra i doktora znanosti. Prema rezultatima svi ispitanici su barem malo upoznati s načinom funkcioniranja sustava za upravljanjem kvalitetom i njegovim mehanizmima. Također većina tvrdi da dobro ili čak jako dobro poznaje sustave kvalitete.

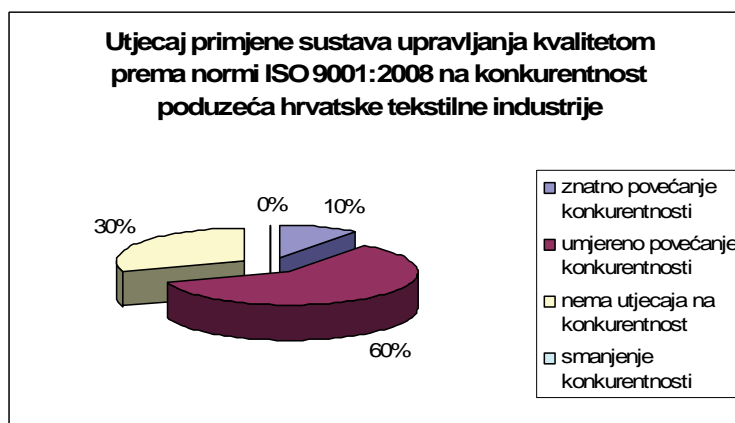
Istraživanje je uključivalo pitanje o utjecaju primjene sustava upravljanja kvalitetom prema ISO 9001:2008 na troškove poslovanja poduzeća u hrvatskoj tekstilnoj industriji. Odgovori pokazuju da poduzeća u hrvatskoj tekstilnoj industriji ne trebaju strahovati od porasta troškova nakon uvođenja ISO standarda. Štoviše, njih 50% navelo je pozitivan učinak u vidu smanjenja troškova. Veliki broj autora, kada govore o troškovima i sustavu upravljanja kvalitetom, navodi kako je veoma teško u kratkom roku nakon uvođenja sustava kvalitete osjetiti smanjenje troškova, zbog visokih inicijalnih troškova implementacije. Međutim, uštede na dugi rok su značajne, ponajprije stoga što otkrivamo „skriveno troškove loše kvalitete“ [11]. Kada smo upoznati sa svim troškovima kvalitete, tek tada možemo upravljati tim troškovima i poduzimati aktivnosti za njihovo smanjenje.



Slika 1: Utjecaj primjene sustava upravljanja kvalitetom na troškove poslovanja poduzeća hrvatske tekstilne industrije

Također jako važan i zanimljiv rezultat je jasan odgovor o pozitivnom utjecaju na povećanje konkurentnosti poduzeća. Neizravni vanjski dobici od implementiranog sustava kvalitete prema normama ISO 9000 ponajprije su vlastiti imidž, reklama, povećanje konkurentnosti. Posjedovanje certifikata kvalitete znači posjedovanje dokaza da je poslovanje poduzeća usklađeno s međunarodno priznatim zahtjevima neke norme. Mnogo je puta motiv za prepoznavanje potrebe za usklađivanjem poslovnog sustava sa zahtjevima neke od normi ISO 9000 potreba za izlaskom na inozemno tržište. To je posebno slučaj kod izvoznika, jer mnogi strani partneri zahtijevaju implementirane sustave kvalitete prema normama ISO 9000 prije zaključivanja ugovora. Najveći udio certificiranih organizacija je u onim gospodarskim granama koje su više izložene konkurenciji u stjecanju što bolje pozicije na inozemnom tržištu [12].

Kvaliteta i udio na svjetskom tržištu su u upravo proporcionalnom odnosu, dakle više kvalitete – veći udio na svjetskom tržištu. Moramo prihvatiti filozofiju kvalitete kako je ona determinirana međunarodnim normama jer će nam u protivnom vrata svjetskog tržišta, odnosno europskih i svjetskih integracija biti zatvorena. Rezultati istraživanja potvrđuju teorijske postavke. Naime, 70% ispitanika smatra da implementacija sustava upravljanja kvalitetom prema normi ISO 9001:2008 utječe na povećanje konkurentnosti poduzeća hrvatske tekstilne industrije.



Slika 2: Utjecaj primjene sustava upravljanja kvalitetom na konkurentnost poduzeća hrvatske tekstilne industrije

Prema ispitanicima, prednosti koje bi se ostvarile uvođenjem sustava kvalitete u tekstilnoj industriji su:

- ujednačenost kvalitete,
- bolja kontrola nesukladnosti,
- kontinuirano praćenje svih procesa unutar poduzeća,
- pravovremeno uočavanje pogrešaka,

- pravovremene odluke,
- zabilješka svih važnih podataka,
- mogućnost usporedbe podataka i praćenja trendova,
- ušteda materijala,
- racionalizacija procesa,
- posložena i reducirana papirologija,
- uveden sustav evidencije i praćenja grešaka,
- redovito ispitivanje zadovoljstva kupaca i zapisi o tome.

Negativne strane uvođenja sustava kvalitete ispitanici vide u:

- dodatnom angažmanu svih uključenih,
- velikim početnim troškovima pri uvođenju,
- povećanoj papirologiji,
- trošku certifikacije,
- negodovanju zaposlenika u početku implementacije.

Vidljivo je da postoji puno razloga za uvođenje sustava kvalitete u tekstilnu industriju Republike Hrvatske. Također, u negativnim stranama uvođenja sustava kvalitete možemo prepoznati otpor promjenama, strah od troškova i od dodatnog obujma rada.

4. Zaključak

Najvažnija je spoznaja kako primjena sustava za upravljanje kvalitetom u hrvatskoj tekstilnoj industriji utječe na povećanje konkurentne prednosti na globalnom tržištu. Također je utvrđeno da utječe i na smanjenje troškova i doprinosi boljem poslovanju. Hrvatska industrija treba odbaciti politiku preživljavanja i očekivanja socijalne pomoći u obliku državnih poticaja. Najveća investicija koju ukupno društvo može napraviti je edukacija i razvoj kulture kvalitete kojom bi se težilo prema kontinuiranom unapređenju. Upravljanje kvalitetom može donijeti živost i osigurati proaktivno ponašanje hrvatskih kompanija. Hrvatska se može orijentirati na proizvode visoke dodane vrijednosti. Ponašanje današnjeg potrošača na razvijenim tržištima doseglo je neslućene razmjere koje hrvatska tekstilna industrija mora spoznati kako bi uspješno izvršila segmentiranje i targetiranje tržišta.

Literatura

- [1] Wadsworth, H.M., Stephens, K.S. & Godfrey, A.B.: *Modern Methods for Quality Control and Improvement*, John Wiley, ISBN: 9780471299738, New York (2002), str. 27.
- [2] Lazibat T.: *Značaj kvalitete za ulazak na međunarodno tržište*, *Ekonomski misao i praksa* br.1, Dubrovnik, (1999), 73-88.
- [3] *Dostupan na www.hgk.hr*, *Pristupljeno: 2009-11-15*
- [4] Singletary, E. P., Winchester, S. C. Jr.: *Beyond Mass Production: Analysis of the Emerging Manufacturing Transformation in the US Textile Industry*, *Journal of the Textile Institute*, **87** (1996) 2, ISSN 0040-5000
- [5] Ansoff, H. Igor: *Strategic Management*, Hong Kong, The Macmillan Press, ISBN: 9780470265857, (1979)
- [6] Corbett, J. Et al: *Does ISO 9000 certification pay?* *ISO Management Systems*, (2002), str. 31-40
- [7] Goetsch L.D., Davis & Davis S.B., *Quality management*, Prentice Hall, ISBN: 9780131189294, New Jersey, (2003), str. 507
- [8] Dostupan na: <http://www.asq.org/learn-about-quality/basic-concepts.html>, *Pristupljeno: 2009-11-15*
- [9] Lazibat, T.: *Upravljanje kvalitetom*, Znanstvena knjiga, ISBN: 978-953-95902-1-3, Zagreb, (2009), 220.
- [10] Jurčević, M.: *Sustavi upravljanja kvalitetom u tekstilnoj industriji*, Poslijediplomski specijalistički rad, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, (2009)
- [11] Juran, J.M. & Gryna, F.M.: *Planiranje i analiza kvalitete*, Mate, ISBN: 953-6070-04-9, Zagreb, (1999), str. 22.-23.
- [12] Drljača M.: *Hrvatska korporacijska uspješnost i sustav kvalitete*, *Ekonomski pregled*, Zagreb (2003), 3-4, ISSN 0424-7558

KADA "ISO" STANDARD ZA KONTROLU TAMNIH OBOJENJA POSTAJE NEPOUZDAN?

WHEN DOES THE „ISO“ STANDARD FOR DEEPER COLOR CONTROLS BECOME UNRELIABLE?

Đurđica PARAC-OSTERMAN & Martinia Ira GLOGAR

Sažetak: *Objektivno vrednovanje parametara boja i razlika među njima prema međunarodnom CIE sustavu prihvaćeno je ISO standardima. U praksi se usklađivanje boje sa zadanim standardima provodi na temelju brojčanog vrednovanja razlika u boji prema CIELAB sustavu, prema dozvoljenim tolerancijama ukupne razlike u boji (dE) i razlika u pojedinačnim parametrima boje definiranim ISO standardom. No, iako metoda instrumentalnog kvantificiranja razlika u boji koristi intervalnu skalu u skladu s vizualnim razlikama, ipak nije moguće u potpunosti prezentirati magnitudu vizualne percepcije atributa boje s psihološkim doživljajem. Problemi su posebno naglašeni u području tamnih tonova koje karakterizira vrijednost svjetline L^* manja od 18. U tom području vizualna percepcija razlike u boji odstupa od mjernih rezultata. Čest je slučaj da instrumentalna kontrola i objektivno vrednovanje potvrde minimalnu razliku u boji između mjerenog uzorka i zadanog standarda, koja je unutar granica tolerancije prema ISO standardu, no promatrač vizualno percipira naglašenije razlike i ne prihvaća dani uzorak. U ovom radu provedena je analiza odnosa psihološkog doživljaja boje i instrumentalnog vrednovanja parametara boje i razlika među njima, pri čemu je dokazano da je parametar svjetline (L^*) ključan u vrednovanju ukupne razlike u boji, posebno kod tamnih tonova.*

Abstract: *Objective evaluation of color parameters and their differences according to international CIE system was, also, accepted by the ISO standard. In practice the color matching with chosen reference was usually performed based on the numerical evaluation of color differences according to CIELAB system, in the range of allowed tolerances of total color difference (dE) and differences in color parameters, defined by ISO standard. Although the method of instrumental evaluation of color differences uses the interval scale in accordance with visual differences, it is not possible to present precisely the magnitude of visual color perception. Problems are emphasized in the range of dark hues which are characterized by the lightness value L^* less than 18. In that range the visual perception of color differences differ from the instrumental evaluation. It is often the case that instrumental control and objective evaluation confirm the differences in the range of ISO tolerances, while the observer visually perceives the differences and rejects the sample. In this paper the analysis of psychological experience of color in comparison to instrumental evaluation was performed, which confirmed that the lightness parameter (L^*) is a key parameter in evaluation of color differences in the range of dark hues.*

Ključne riječi: *ISO standard, kontrola obojenja, razlike u boji, dE*

Keywords: *ISO standard, color control, color differences, dE*

1. Uvod

Kontrola kvalitete obojenja, u industrijskoj praksi proizvodnje obojenog tekstila, provodi se na temelju instrumentalnog mjerenja boje i objektivnog vrednovanja parametara boje i razlika među njima. Metode kvantificiranja parametara boje i razlika među njima koriste intervalnu skalu koja mjerene razlike vrednuje približno u skladu s vizualnim razlikama. No ograničenja tih sustava su, međutim, u tome što se mjerenja i prikaz vrijednosti odvijaju pod konstantnim uvjetima promatranja, zbog čega prihvaćeni sustavi instrumentalnog i objektivnog vrednovanja boje i razlika u boji ne pružaju zadovoljavajuća rješenja problema koji se javljaju u industrijskim procesima. Idealno rješenje bio bi sustav koji bi precizno prezentirao magnitudu percipiranih atributa boje. Potrebno je naglasiti da je vrlo teško kreirati sustav instrumentalnog određivanja boje koji bi boju opisao točno kao što ju ljudsko oko doživljava. Definiranje boje vrlo je individualan proces i teško je postići precizno sustavno opisivanje boje.

Za objektivno vrednovanje boje i razlika među njima u tekstilnoj industriji, ISO/DIS 105-A05 standardom prihvaćen je CIELAB sustav. Problemi nastaju s činjenicom da CIELAB matematički izraz daje rezultate koji nisu u skladu s vizualnom percepcijom razlika u boji, što će predstavljati određeni problem u procesima

usklađivanja tonova, naglašeno kod akromatskih tonova kod kojih nije dominantan parametar tona. Da bi se osigurala zadovoljavajuća kvaliteta reprodukcije boje, u industrijskim procesima postavljaju se granice tolerancije koje se temelje na instrumentalnom kvantificiranju boje i njihovih razlika. Tako je prema navedenom standardu utvrđena granica tolerancije $dE = 1$ do 2. Međutim, dE vrijednost ne daje potpunu informaciju o prirodi i magnitudi razlike u boji. Problemi su posebno naglašeni u području tamnih tonova koje karakterizira vrijednost svjetline L^* manja od 18. U tom području vizualna percepcija razlike u boji odstupa od mjernih rezultata. Čest je slučaj da instrumentalna kontrola i objektivno vrednovanje potvrde minimalnu razliku u boji između mjenenog uzorka i zadanog standarda, koja je unutar granica tolerancije prema ISO standardu, no promatrač vizualno percipira naglašenije razlike i ne prihvaća dani uzorak. Stoga, u CIEL^{*}a^{*}b^{*} prostoru boje razlika u boji mora se dodatno definirati izračunavanjem razlika pojedinačnih parametara; dL^* , da^* , db^* , za koje su, također, standardom utvrđene granice tolerancije. Dozvoljene vrijednosti tolerancije su: $dL^* = 0,4$ do $0,7$; $dC^* < 0,8$; $dH^* < 0,5$.

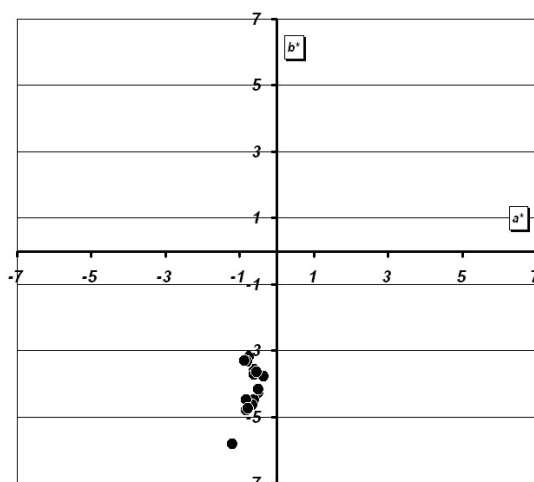
U ovom radu provedena je analiza odnosa psihološkog doživljaja boje i instrumentalnog vrednovanja parametara boje i razlika među njima, pri čemu je dokazano da je parametar svjetline (L^*) ključan u vrednovanju ukupne razlike u boji, posebno kod tamnih tonova.

2. Eksperimentalni dio

Ispitivanja su provedena na 17 plavih akromatskih uzoraka s vrijednošću svjetline L^* manjom od vrijednosti 17. Uzorci su mjereni spektrofotometrijski, remisijским spektrofotometrom tvrtke DataColor 600+CT, D_{65} , $d/8^\circ$. Dobivene vrijednosti parametara boja prikazane su u tablici 1. i na slici 1.

Tablica 1: Parametri svjetline L^* , zasićenosti C^* , tona h i a^*/b^* koordinata, mjenenih uzoraka:

Uzorak	a^*	b^*	L^*	C^*	h^*
Standardni uzorak	-0,61	-3,56	17,01	3,61	260,3
1	-0,6	-3,72	16,95	3,77	260,88
2	-0,49	-4,29	15,2	4,32	263,52
3	-0,36	-3,78	13,6	3,8	264,53
4	-0,62	-4,5	17,01	4,54	262,16
5	-0,82	-4,79	16,15	4,86	260,29
6	-0,79	-3,35	17,13	3,45	256,83
7	-0,74	-3,2	17,28	3,29	257,04
8	-0,79	-3,33	17,15	3,43	256,71
9	-0,55	-3,64	17,15	3,68	261,47
10	-1,19	-5,83	18,93	5,95	258,45
11	-0,48	-4,16	16,41	4,19	263,45
12	-0,52	-4,18	16,43	4,21	262,96
13	-0,5	-4,18	16,42	4,21	263,16
14	-0,66	-4,64	16	4,68	261,87
15	-0,86	-3,32	16,66	3,43	255,54
16	-0,81	-4,48	16,19	4,55	259,69
17	-0,77	-4,74	16,84	4,81	260,73



Slika 1: Položaj mjenenih uzoraka u a^*/b^* prostoru boje

U daljnjem radu provedena je usporedba ispitivanih uzoraka sa standardom, s ciljem definiranja ukupne razlike u boji, dE , kao i razlika u pojedinačnim parametrima boje, dC^* , dL^* i dh^* . Ukupna razlika u boji izračunata je prema CIELAB matematičkom izrazu [1].

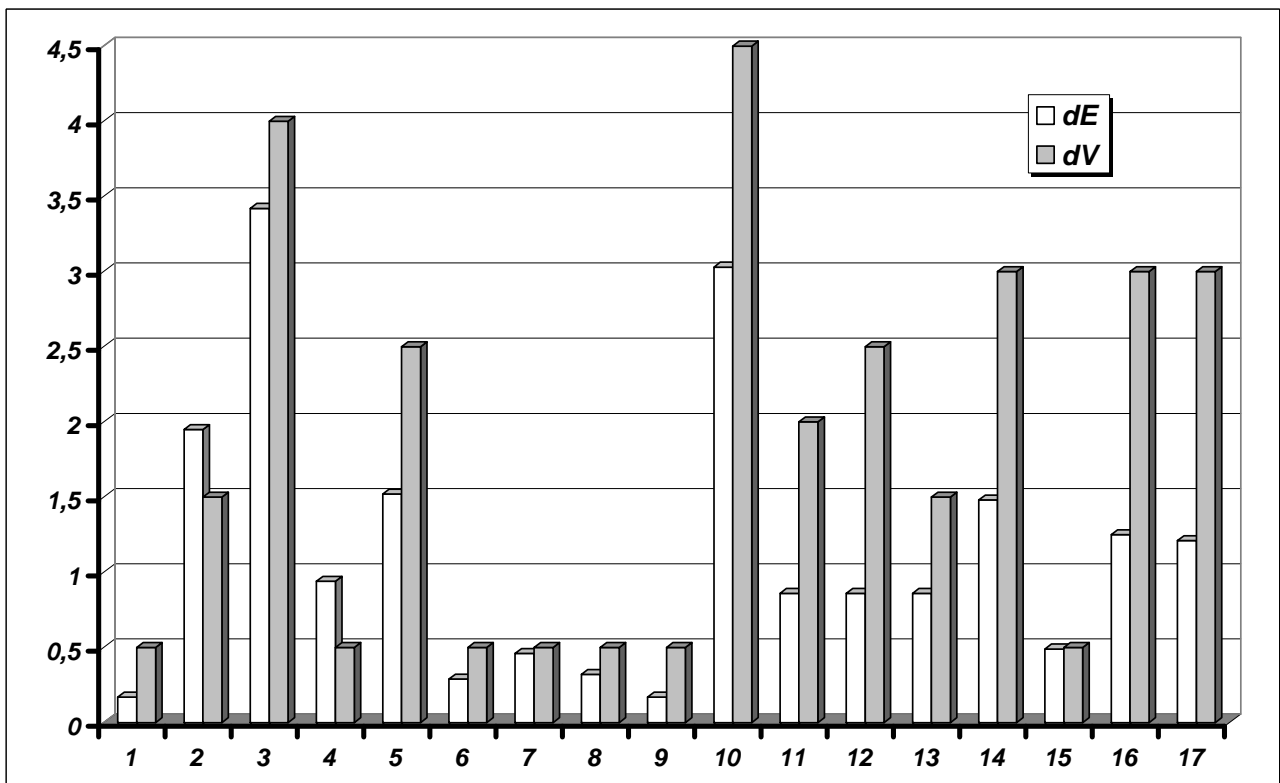
$$dE_{ab} = \sqrt{(dL^*)^2 + (dC^*)^2 + (dH^*)^2} \quad [1]$$

Također, na skupini od 30 promatrača provedeno je ocjenjivanje ukupne razlike u boji na temelju vizualne usporedbe, nakon čega su dobiveni rezultati uspoređivani s rezultatima instrumentalnog vrednovanja razlika u boji. Dobiveni rezultati vizualne ocjene razlike u boji iskazani su kao ocjene od 0 – 5 i prikazani kao dV vrijednost. Rezultati usporedbe sa instrumentalnim vrednovanjem razlika u boji prikazani su na slici 2. Provedena je i analiza razlika po parametru svjetline L^* , kao najodgovornijem parametru u području akromatskih tonova. Rezultati su prikazani na slici 3.

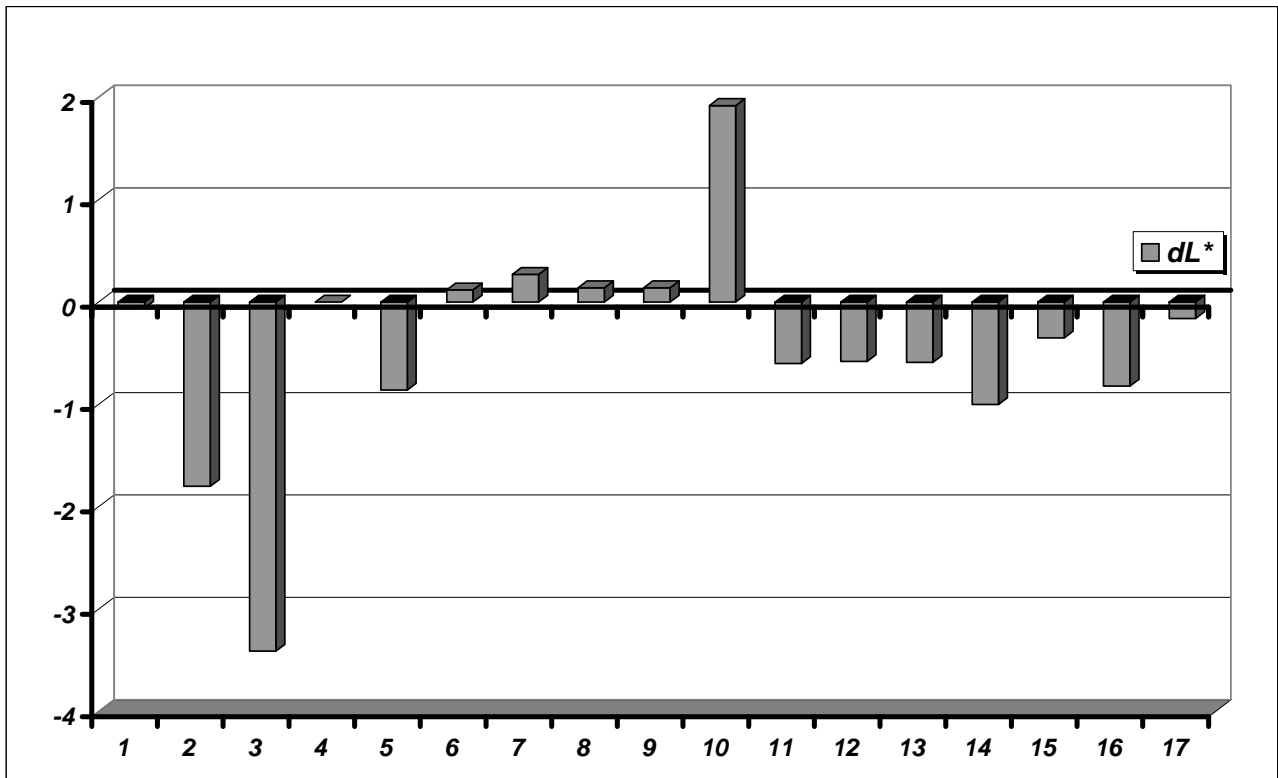
3. Rasprava i rezultati

Akromatske boje ili "neboje" mogu se definirati kao siva skala koja sadrži sve tonove sive od crne do bijele. Kod akromatskih tonova nije dominantan parametar tona, h , već dominantnu ulogu ima parametar svjetline L^* , te se postavlja pitanje o prirodi i magnitudi razlika unutar akromatskog područja.

Na slici 2 prikazan je odnos dE/dV . Kao što je već rečeno, kod uzoraka iz akromatskog područja dominantan je parametar svjetline, iz čega proizlazi da će i vrijednost razlike u svjetlini dL^* imati najveći utjecaj na vrijednost ukupne razlike u boji, dE (Slika 2). Vrijednosti ukupne razlike u boji (slika 2) u korelaciji su s vrijednostima parametra boje ispitivanih uzoraka (tablica 1). Najveća vrijednost ukupne razlike u boji u odnosu na standard dobivena je za uzorke 2 i 10, pri čemu je također dL^* veći od dozvoljene tolerancije 1, što se vidi na slici 3. Vrijednosti ukupne razlike dobivene vizualnom usporedbom (dV) potvrđuju znatno veća odstupanja, koja nisu u korelaciji s parametrima boje dobivenim instrumentalnim vrednovanjem i objektivnom razlikom u boji. Potrebno je naglasiti da je akromatsko područje svjetline $L < 17$, područje iznimne tromosti ljudskog oka, zbog čega će pod utjecajem parametara strukture površine promatrač doživljavati razlike u boji koje nisu potvrđene instrumentalnim vrednovanjem.



Slika 2: Odnos vrijednosti ukupne razlike u boji dE i razlike u boji dobivene vizualnim vrednovanjem dV



Slika 3: Vrijednosti razlika u parametru svjetline, dL^*

4. Zaključak

Provedena analiza potvrđuje da još uvijek postoji, a i dalje će postojati problem objektivnog vrednovanja razlika u boji kod uzoraka s vrijednošću svjetline $L^* < 17$ i s vrijednostima a^*/b koordinata manjim od ± 1 . Granice tolerancije utvrđene prema ISO standardu moraju se poštivati, no kod vrednovanja razlika u boji u specifičnom akromatskom području za uzorke niskih svjetlina kao što je tamno plava ili, primjerice, maslinasto zelena, mora se uzimati u obzir i vrednovanje temeljeno na psihološkom doživljaju promatrača.

Literatura

- [1] Jordan, D., M.; DyStar, L., P.; Charlotte, N., C.: Color Tolerances in Textile Manufacture, *AATCC Review*, **Vol. 1**, (2007)10, 76–80, ISSN 1532–8813
- [2] McDonald, R.: *Colour Physic for Industry*, Society of Dyers and Colourists, ISBN 0 901956 45 7, Bradford, (1987)
- [3] Ikeda, M.; Shinoda, H; Mizokami, Y: Phenomena of Apparent Lightness Interpreted by the Recognized Visual Space of Illumination, *Optical Review*, **Vol. 5**, (1998).6, 380 – 386.
- [4] Marčac–Škrtić, B.: Study of cotton reactive dyeing in black hues, Master of science degree thesis, Faculty of Textile Technology, University of Zagreb, (2002)
- [5] Wyszecki, G.; Stiles, W. S.: *Color Science (Concept and Methods, Quantitative Data and Formulae)*, John Wiley & Sons, INC., ISBN 0-471-02106-7, USA, (2000)

INTERNET MARKETING – POTREBA TEKSTILNOG GOSPODARSTVA

INTERNET MARKETING – NECESSITY OF TEXTILE ECONOMY

Željko PENAVAL & Ivan NOVAK

Sažetak: *Primjena interneta u poslovanju sveprisutna je te se tvrtke koje ne koriste internetske modalitete poslovanja više ne smatraju ozbiljnom konkurencijom. Konceptija marketinga kao značajna snaga gospodarskih subjekata akceptira značaj primjene internetskog poslovanja i razvija raznovrsne modalitete prisutnosti poslovnih subjekata na Svjetskoj mreži (World wide web). Velike poteškoće u rentabilnom poslovanju ukazuju na mnogobrojne izazove koje tekstilno gospodarstvo nije uspješno savladalo, a jedan od izazova svakako je zanemarena važnost web poslovanja, čime je hrvatska tekstilna industrija na taj način sebi uskratila mnogobrojne mogućnosti koje takva vrsta poslovanja pruža. Konceptija e-marketinga omogućuje tvrtkama svih veličina šire mogućnosti određivanja strateških ciljeva poslovanja, a koji se nalaze u određivanju novih ciljnih tržišta, njihovih potreba i želja, te što potpunijem zadovoljenju njihovih potreba. U tom smislu analizirane su neke okolnosti primjene e-marketinga i korištenja e-poslovanja tvrtki iz grane tekstilne industrije. Rezultati desk istraživanja ukazuju na brojne mogućnosti korištenja i primjenu konceptije e-marketinga u tekstilnoj industriji.*

Abstract: *Internet application is ubiquitous in business, and companies that do not use Internet modalities are not considered as serious business competition any more. Marketing concept as an important power of economic subjects accepts the importance of Internet business applications and develops the modalities of the presence of various business entities on the World Wide Web. Great difficulties in profitable business indicate a number of challenges that textile economy has not successfully overcome, and one of those challenges is certainly neglected importance of web business, which is the reason why the Croatian textile industry has been many opportunities that this kind of business provides. The concept of e-marketing allows companies of all sizes to determine the general features of strategic business objectives, which are recognized in defining new target markets, their needs and desires, and more fully meet their needs. In this sense, several circumstances of the application of e-marketing and the use of e-business companies from the fields of the textile industry have been analyzed. Desk research results suggest many possibilities of the use and application of e-marketing concept in the textile industry.*

Ključne riječi: *e-marketing, internet marketing tekstilne industrije, konceptija, percepcija, primjena*

Keywords: *e-Marketing, internet marketing in the textile industry, trends, perception, application*

1. Uvod

Brzorastuća primjena interneta u poslovanju od devedesetih godina prošlog stoljeća naovamo toliko je sveprisutna da se tvrtke koje nemaju svoje web stranice i ne koriste napredne web alate u poslovanju više ne mogu smatrati ozbiljnim gospodarskim subjektima. Naime, raznovrsni modaliteti internetske prisutnosti u prostoru virtualnog tržišta, na kome se sučeljavaju ponuda i potražnja na globalnom nivou, potencijalno omogućavaju neizmjerne mogućnosti realizacije vlastitih proizvoda i/ili usluga bez obzira na veličinu poslovnog subjekta. Pitanje je samo percepcije važnosti internetskog poslovanja, odnosno svjesnosti njegove važnosti. Oni poslovni subjekti koji ne koriste te mogućnosti, naprosto su zbog vlastite greške zakinuti za vlastiti rast i razvoj.

Sukladno važnosti svjetske mreže (world wide web), razvoj konceptije marketinga akceptira nove mogućnosti i web poslovanju daje važno mjesto unutar same konceptije marketinga. Dakle, internet marketing ili tzv. e-marketing definiran je svojom ulogom u poslovanju gospodarskih subjekata "kao proces kreiranja ponude, određivanja cijena, distribucije i promocije s ciljem profitabilnog zadovoljavanja potreba kupaca isključivo na elektroničkom tržištu." [1]

Slijedom takve definicije internet marketinga logično je zaključiti kako je internet poslovanje doseglo točku kada ono za poslovne subjekte čini gotovo nezaobilazni način poslovanja, a na što će u ovom radu ukazati i neki izneseni podaci.

2. Korištene metode znanstvenog istraživanja

U ovom radu korištene su opće metode znanstvenih istraživanja kako slijedi: sustavno promatranje [2], deskriptivna metoda [2], kauzalna metoda [3], induktivna i deduktivna metoda [4] i metode analize i sinteze [4].

3. Analiza nekih općih i ekonomskih pokazatelja e-marketinga

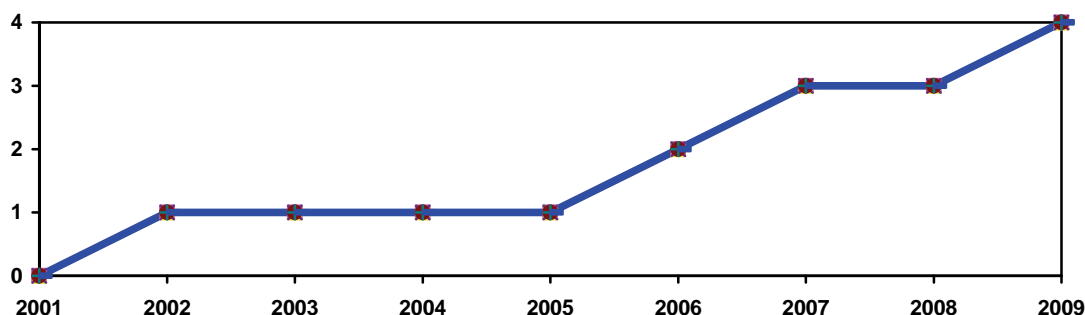
U svrhu argumentirane potpore osnovnim premisama rada nužno je iznijeti i podatke Hrvatske gospodarske komore: 2008. godine u tekstilnoj i odjevnoj industriji posluje 687 tvrtki (2007. god. 753 odnosno 66 tvrtki ili 8,76% manje) koje su ostvarile prihod od 5,43 milijardi kuna (2007. 5,46), a tekstilno i odjevno gospodarstvo ima svega 3,21% (2007. 3,26%) udjela u ukupnom prihodu prerađivačke industrije [5,6]. Takvi podaci pozivaju na uzbuđu. Naime, "tvrtke koje ne prihvate ovakav način poslovanja (misli se na internet poslovanje op. a.) zaostaju za konkurentima, a daljnji rezultat neprihvatanja je gubitak tržišnog udjela, opadanje prodaje, ili općenito oslabljena poslovna uspješnost", te slijedom toga "danas postoje samo dvije kategorije gospodarskih subjekata : brzi i mrtvi." [7]

Na takav nas zaključak navodi i usporedba "stare" i "nove" ekonomije, koja je iznesena u Tablici 1.

Tablica 1: Usporedba "stare" i "nove" ekonomije [7]:

OKRUŽENJE		
	Stara ekonomija	Nova ekonomija
Tržišna dinamika	Niska	Visoka
Razina konkurencije	Nacionalna konkurencija	Globalna konkurencija
Izvori konkurentske prednosti	Niski troškovi, diferencijacija ili fokusiranje	Inovacija, kvaliteta i brzina isporuke totalne usluge
Ključni pokretači rasta	Jeftina radna snaga i kapital (proizvodni čimbenici)	Znanje, ideje, inovacije, tehnološka infrastruktura
Ključni tehnološki trendovi	Mehanizacija i automatizacija	Digitalna komunikacija i virtualizacija

Također, prisutnost specijaliziranih web tekstilnih portala u Hrvatskoj zanemariv je obzirom na važnost koju je imala tekstilna industrija. Nekada predvodnik, industrija koja je zapošljavala ogroman broj radnika i bila nositelj značajnih udjela kako u BDP-u tako i platnoj bilanci Hrvatske, danas tekstilna i odjevna industrija djeluje tek kao ispuhali balon diva koji nestaje. Koncem 20. stoljeća deseci tisuća radnika i tisuće tvrtki i tvornica u grani tekstilne i odjevne industrije, sveli su se danas na tek dvadeset tri tisuće zaposlenih u 687 tvrtki. Na nemoć tekstilne i odjevne industrije u RH ukazuje i ukupan broj portala namijenjenih tekstilu i modi, a kojih do 2006.godine ima tek jedan, a u 2009. godini ukupno svega četiri, kako je i vidljivo iz Slike 1.

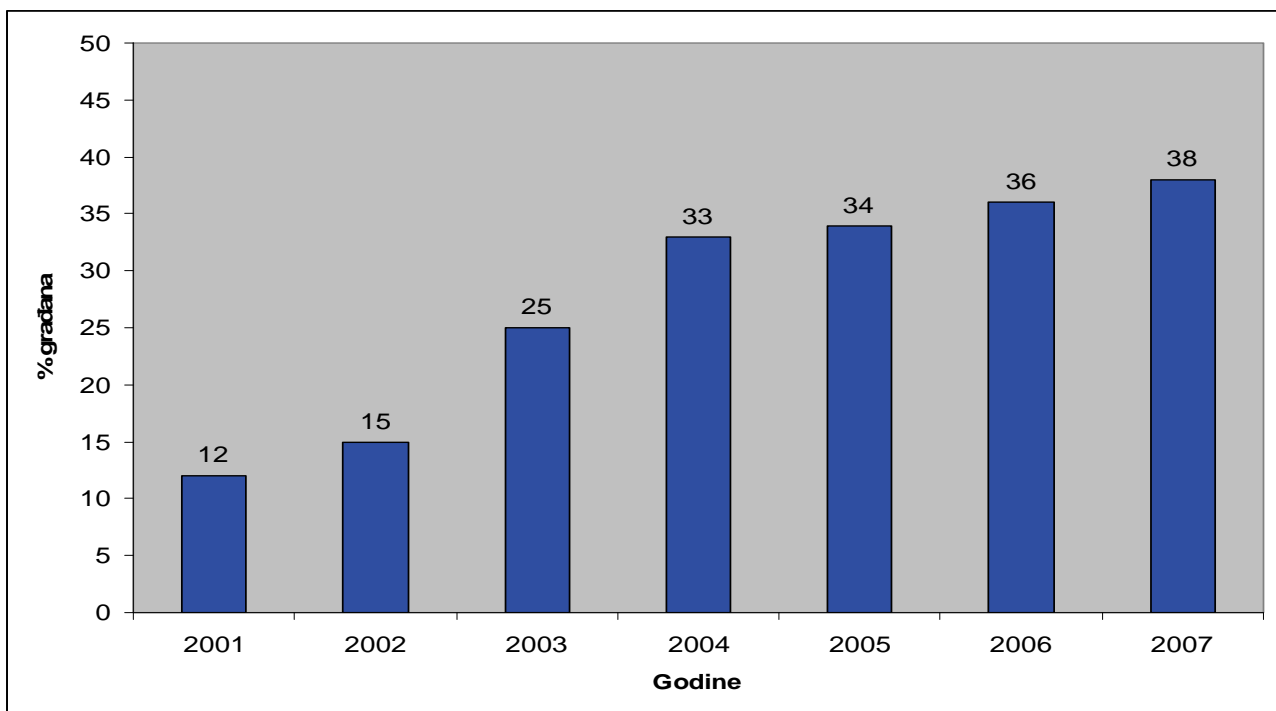


Slika 1: Broj tekstilnih web portala u RH u vremenu (Izvor: pretraživanje interneta)

Bez opsežnih istraživanja dakako nije moguće ustvrditi bi li prisutnošću na webu i serioznim pristupom internet poslovanju sadašnjost i budućnost hrvatske tekstilne industrije bila drugačija. Međutim, teško se oti dojmju kako sam pristup koncepciji marketinga, njegova primjena, kao i korištenje svjetske mreže implicira serioznost i znanje uprava trgovačkih društava. Time se želi reći kako nije država kriva što su se okolnosti poslovanja na globalnom nivou promijenile, bez obzira na moguće zaštitne mjere ili poticajnu politiku. Naime, ništa novo neće biti rečeno – dapače! - ali nužno je naglasiti: Tržište je jedan suptilni i sofisticirani mehanizam koji s tržišta izbacuje sve nekonkurentne subjekte. A to je upravo ono što očito menadžeri unutar tekstilne industrije nisu shvatili ili nisu shvatili dovoljno ozbiljno.

Pregledom vodećih djelatnosti i snaga poslovnih subjekata na globalnom nivou [8] , kao i pregledom ankete 50 naj kompanija kojima se dive [9] , moguće je uvidjeti kako su neki od globalnih lidera upravo tvrtke unutar informatičke industrije i s njom povezane komplementarne djelatnosti (npr. telekomunikacije), što potvrđuju primjeri tvrtki poput Apple, Google, Microsoft, AT&T, Hewlett-Pacard inc., IBM inc, Amazon.com, E-bay, itd. Naime, u poslovanju koordinirani marketinški napor mijenja percepcije proizvođača, a posredno i potencijalnih potrošača. Unaprjeđivanjem poslovanja unaprjeđuje se vlastiti proizvod, ali i sami potrošači. U tom smislu mnogi su gospodarski subjekti u svoje poslovanje uključili i tzv. online prodaju koja napretkom sustava zaštite ima i sve više pobornika, odnosno kupci se osjećaju slobodniji koristiti online kupnju, uz uvjete nužnog osnovnog poznavanja rada na PC-u od strane potrošača i od strane ponuđača usluga ponuđenog jednostavnog korištenja programa za e-trgovanje (tzv. Internet kultura).

U tom svjetskom pregledu internet poslovanja Hrvatska ima malu (gotovo zanemarivu) ulogu, ali za nas u zemlji vrlo je bitna. Promatrano na ukupnoj populaciji RH, korištenje interneta zastupljeno je kod približno 33% svih stanovnika, a gledano realnije, na segment osoba starih 15 i više godina – udio korisnika je danas na razini od oko 38%, dok se primjerice u 2001.godini internetom služilo samo oko 12% građana, što je i prikazano na slici 2.

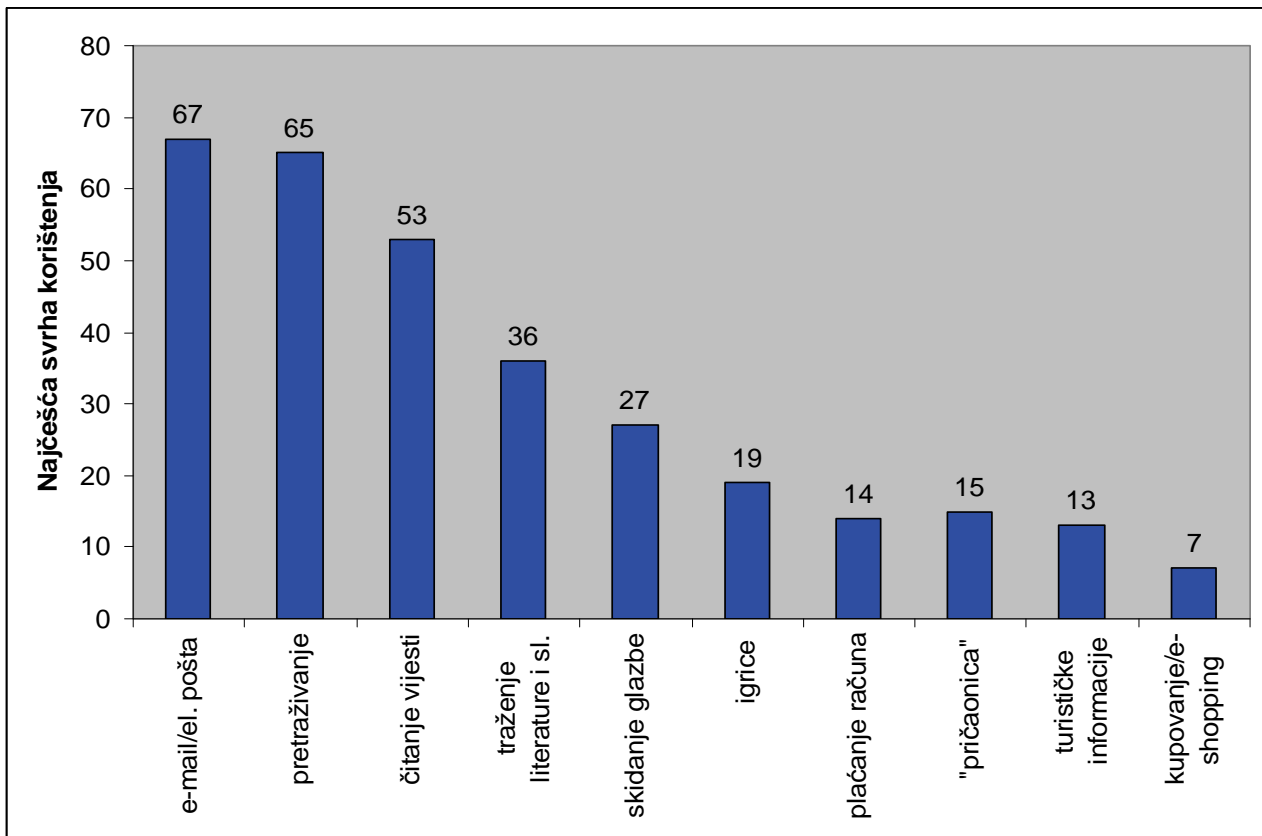


Slika 2: Rast broja korisnika Interneta u Hrvatskoj (Izvor: GfK - Centar za istraživanje tržišta d.o.o.)

Broj korisnika interneta, kada se usporede podaci s hrvatskim Državnim zavodom za statistiku, u svakoj je državi iznad dva milijuna, no u postocima se u Hrvatskoj internetom koristi oko 50% stanovništva, a u Srbiji 27 posto. Međutim, u Srbiji je lani preko interneta kupovalo 250.000 građana, a u Hrvatskoj njih svega 140.000. U postocima, u Hrvatskoj je online kupovalo svega 7% korisnika interneta, kako je i prikazano na Slici 3, dok ih je u Srbiji bilo 12 posto.

Internet trgovina svoje je početke zabilježila već 1990. No, tek je nakon 2000. godine internet poslovanje u maloprodaji svih vrsta roba izgradilo poziciju uglednog sektora. Rast e-trgovine je evidentan, bilo po kriteriju vrijednosnog obima poslovanja, bilo po kriteriju količine korisnika. Tome u prilog govore vrlo konkretni podaci

Nacionalne statistike UK koje bilježi rast online potrošnje od 4 milijarde funti sterlinga (£) u 2001. godini na 18 milijardi £ u 2004. godini [10].



Slika 3: Svrha korištenja interneta u Hrvatskoj (Izvor: GfK - Centar za istraživanje tržišta d.o.o.)

Početne sumnje kako se neki proizvodi neće moći prodavati ili će se teško prodavati na internetu uglavnom je prevladana. Sve kategorije proizvoda našle su svoje mjesto u e-poslovanju, uključujući i odjeću za koju se vjerovalo kako je neprikladna za poslovanje putem interneta zbog različitih potreba kupaca pri kupnji odjeće kao npr. osjećaj, veličina, udobnost itd. Prema nekim podacima [11] odjeća predstavlja treće po veličini online tržište u Velikoj Britaniji s registriranom prodajom od 873 milijuna funti sterlinga (£). Takva količina zabilježene online potrošnje na odjeću ukazuje kako je maloprodaja odjeće ne samo moguća, već se i odvija uz pomoć web stranica kao jednostavnog marketinškog komunikacijskog alata kao distributivnog kanala. Na značaj interneta ukazuje i ukupan broj stranica koje ima "pretraživi (publicly indexable) web – u veljači 1999. prema Lawrence and Giles, NEC Institute, postoji 800 milijuna stranica, 15 (6) TB informacija, od kojih su sadržaji: 82% komercijalni, 6% znanstveno-obrazovni, 1.5% pornografski, a 60% weba je indeksirano/katalogizirano. U siječnju 2000., prema Inktomi & NEC Institute, već ima više od 1 milijarde web stranica, od kojih su najčešće domene: 55% .com, 8% .net, 4% .org, 1% .gov. 2003. ima približno 5 milijardi web stranica, a danas (2009.god.) već približno 16 milijardi web stranica.

Tim činjenicama treba pridodati i od mnogih osporavanu i/ili zanemarivanu studiju "Strateške odrednice razvoja industrije tekstila i odjeće u Hrvatskoj za razdoblje od 2006. do 2015.", koja iznosi i nedostatak "zastupljenosti prodaje putem interneta, ... s obzirom na prednosti prodaje i promocije putem interneta" [12]. Dakle, i studija ukazuje kako je web poslovanje na globalnom nivou zauzelo strateške pozicije koje očito u Hrvatskoj nisu prepoznate ni ozbiljno shvaćene.

Sagledavajući objektivnu stvarnost na taj način, nužno je zapitati se i istražiti, koliko je to moguće u okviru ovog rada, koliko se mogućnosti koje pruža internet poslovanje koriste unutar hrvatske tekstilne industrije.

4. Prednosti internet marketinga

Internet marketing bazira se na jednoj osnovnoj premisi – pružanje usluga i prodaja proizvoda putem mreže. Naime, "kada je sazrela ideja da Internet ne mora služiti isključivo pukom prijenosu informacija na daljinu, već da to može biti globalna mreža s dodanom vrijednošću" [7], ostvarile su se sve pretpostavke za

stvaranje novog gospodarskog prostora – interneta – suvremene mreže ne samo za prijenos podataka, već mreže s dodanom vrijednošću (Value-Added Network).

Obzirom na broj korisnika, internet je moguće sagledavati kao "kaotičan medij, na kojem je teško biti uočljiv, zapažen i zapamćen" [13], ali to je samo privid jer internet marketing obuhvaća svaku aktivnost tvrtke na virtualnom tržištu ili pak korištenje suvremene informacijske tehnologije kojima je olakšano prepoznavanje klijentovih potreba. Dakle, marketing koncepcija se razvija u vremenu, a internet postaje nezamjenjivi dio suvremene marketinške koncepcije, a što je uostalom vidljivo iz Tablice 2.

Tablica 2: Usporedne karakteristike konvencionalne i E - trgovine:

	e-trgovina	Konvencionalna trgovina
Karakteristike tržišta		
Radno vrijeme	0-24	8-22
Heterogenost tržišta	maksimalna	ograničena
Veličina tržišta	globalno	lokalno
Mogućnosti poslovanja		
Novi kupci	globalno neselektivno	selektivno lokalno
Kontrola zainteresiranosti / broj posjeta	puna kontrola	bez kontrole
Kontrola područja zainteresiranosti	puna kontrola	bez kontrole
Mogućnosti komunikacije	pismena ograničena	osobna uvjetno neograničena
Dostupnost informacija	potpuna	nepotpuna
Mogućnosti naplate	ograničene	uvjetno neograničene

5. Zaključak

Internet omogućava velike uštede u konvencionalnim poslovnim procesima, komunikaciju s potrošačima i klijentima brzinom i fleksibilnošću nezabilježenom do sada te ostvarivanje poslovnih ciljeva koji su još nedavno bili gotovo u domeni znanstvene fantastike. Internet i marketing danas se nalaze u neraskidivoj i čvrstoj vezi. Za očekivati je da će njihov međusobni odnos u budućnosti biti još složeniji i kompleksniji iz jednostavnog razloga što se u logici i jednog i drugog pristupa nalazi isti faktor - čovjek.

Spoznaja kako broj kupaca u e-trgovini raste brže nego ukupan broj korisnika interneta je činjenica koju se ne smije preskočiti ni zanemariti, a poslovni subjekti bi to trebali iskoristiti.

Upravo danas, kada se čini da zadovoljavanje kupaca, možda više nego ikada ranije, predstavlja nemoguću misiju, e-marketing ostvaruje dugogodišnje želje svakog onog tko se ikada našao u poziciji ponuđača, pružajući mu spoznaje što kupac zaista želi, očekuje i čemu se nada, te da posljedično tome adekvatno prilagodi svoj stav, odnos prema kupcu i sam proizvodni proces.

Sukladno svim istraženim i iznesenim podacima, argumentima i činjenicama, moguće je zaključiti kako je internet marketing nasušna potreba tekstilnog gospodarstva, ne samo u Hrvatskoj već globalno.

Koncepcija e-marketinga omogućuje tvrtkama svih veličina šire mogućnosti određivanja strateških ciljeva poslovanja, a koji se nalaze u određivanju novih ciljnih tržišta, njihovih potreba i želja, te što potpunijem zadovoljenju njihovih potreba.

U tom smislu tvrtke hrvatskog tekstilnog gospodarstva nužno moraju prilagoditi sustav i navike poslovanja te snažnije razvijati internet poslovanje.

Literatura

- [1] Ružić, D.: *e-Marketing*, Ekonomski Fakultet u Osijeku, ISBN 953-6073-81-1, Osijek, (2003)
- [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] HGK, Sektor za industriju, Proizvodnja tekstila i odjeće, Zagreb, kolovoz, 2008, *Dostupan na* <http://hgk.biznet.hr/hgk/fileovi/13139.pdf> , *Pristupljeno* 2008-11-20
- [6] DZS, Statistički ljetopis 2007, http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2007/12-bind.pdf, *Pristupljeno* 2009-11-20
- [7] Licul-Martinčić, T.: Internet marketing kao čimbenik tržišne uspješnosti hrvatskih tvrtki, magistarski rad, EF, Rijeka, (2003)
- [8] ..: Rang lista poslovnih subjekata prema ukupnom prihodu, *Dostupan na* http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_companies_by_revenue *Pristupljeno:* 2009-11-11
- [9] ..: World's Most Admired Companies 2009, *Dostupan na* http://money.cnn.com/magazines/fortune/mostadmired/2009/full_list/ *Pristupljeno:* 2009-11-28.
- [10] Wallis, G.: Internet Spending: Measurement and Recent Trends, 2005, *Dostupan na* <http://www.statistics.gov.uk> *Pristupljeno:* 2009-10-26.
- [11] Park, J.H. and Stoel, L.: Apparel Shopping on the Internet, *Journal of Fashion Marketing and Management*, **Vol. 6**, No. 2, (2002)
- [12] Teodorović, I., et.al.: Strateške odrednice razvoja industrije tekstila i odjeće u Hrvatskoj za razdoblje od 2006. do 2015., Ekonomski institut Zagreb, Zagreb, (2007)
- [13] Kotler, Ph.: Upravljanje marketingom, IX izdanje, MaTe, ISBN: 953-246-025-X, Zagreb, (2001)



ADRESE AUTORA

AUTHORS ADDRESSES

ADRESE AUTORA

AUTHORS ADDRESSES

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@tff.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@tff.hr

dipl. ing. Vinko BARIŠIĆ,
Jadran d.d.
Vinka Žganjeca 2
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 2961400
☎: +385 1 2961401
✉: vinko.barisic2@zg.t-com.hr

Mr. Jose Maria BOTET,
Asociación Industrial Textil de Proceso Algodonero
Gran Vía de les Corts Catalanes, 670
8010 Barcelona, Spain
☎: +34 93 3189200
☎: +34 93 3026235
✉: aitpa@aitpa.es

Mr. Lorenzo BAUTISTA,
LEITAT Technological Center
Passeig 22 de Juliol, 218, Terrassa
8221 Barcelona, Spain
☎: +34 93 7882300
☎: +34 93 7891906
✉: lbautista@leitat.org

Bojana BREKO, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3712500
☎: +385 1 3712599
✉: fakultet@tff.hr

dr. sc. Sandra BISCHOF VUKUŠIĆ, izv. 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@tff.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@tff.hr

MSc. Edyta BOGACZ,
Institute of Natural Fibers and Medicinal Plants
str. Wojska Polskiego 71b
60630 Poznan, Poland
☎: +48 61 8455859
☎: +48 61 8417830
✉: edyta@inf.poznan.pl

Mr. Eudald CASALS,
Institut Catala de Nanotecnologia (ICN)
Campus UAB, Bellaterra
8163 Barcelona, Spain
☎: +34 93 5814408
☎: +34 93 5814411
✉: eudald.casals.icn@uab.es

dipl. ing. Tihana DEKANIĆ, znanstveni novak
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Savska cesta 16/9
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 4877366
☎ +385 1 4877355
✉: tihana.dekanic@tff.hr

mr. sc. Suzana ĐORĐEVIĆ, predavač
Visoka strukovna škola za tekstil
Vilema Pušmana 17
16000 Leskovac, Srbija
☎ +381 16 242569
☎ +381 16 233911
✉: vsst@verat.net

Mrs. Meritxell DELAVARGA,
LEITAT Technological Center
Passeig 22 de Juliol, 218, Terrassa
8221 Barcelona, Spain
☎ +34 93 7882300
☎ +34 93 7891906
✉: mdelavarga@leitat.org

dipl. ing. 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@tff.hr

dipl. ing. Ksenija DOLEŽAL, znanstveni novak
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 3712561
☎ +385 1 3712599
✉: ksenija.dolezal@tff.hr

Pamela FEDERIGHI,
Grado Zero Espace Srl
Via Nove, 2a
50056 Montelupo, Italy
☎ +39 5 7180368
☎ +39 5 71944722
✉: t-pot@gzspace.com

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@tff.hr

dipl. ing. Sandra FLINČEC GRGAC, znanst. novak
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Savska cesta 16/9
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 4877358
☎ +385 1 4877352
✉: sflincec@tff.hr

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@tff.hr

dr. sc. Petra FRANITZA,
Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.
Annaberger Str. 240
9125 Chemnitz, Germany
☎ +49 371 5274161
☎ +49 371 5274153
✉: petra.franitza@stfi.de

dr. sc. Dragan ĐORĐEVIĆ, vanr. prof.
Tehnološki fakultet
Bulevar oslobođenja 124
16000 Leskovac, Srbija
☎ +381 16 247203
☎ +381 16 242859
✉: drdrag64@yahoo.com

dr. sc. Lidija FRAS-ZEMLJIČ, docent
Fakulteta za strojništvo
Lab. za obdelavo in preskušanje polimernih material.
Smetanova ulica 17
2000 Maribor, Slovenija
☎ +386 2 2207889
☎ +386 2 2207990
✉: olivera.sauperl@uni-mb.si

Miss Lorena GARCIA-FERNANDEZ,
Institut Catala de Nanotecnologia (ICN)
Campus UAB, Bellaterra
8163 Barcelona, Spain
☎ +34 93 5814408
☎ +34 93 5814411
✉: lorena.garcia@cin2.es

dipl. ing. Renata HRŽENJAK, znanstveni novak
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za odjevnu tehnologiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 3712561
☎ +385 1 3712599
✉: renata.hrzenjak@tff.hr

dr. sc. Martinia Ira GLOGAR, docent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Savska cesta 16/9
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 4877365
☎ +385 1 4877355
✉: martinia.glogar@tff.hr

Dr. Juliusz HUBER,
Karol Marcinkowski University of Medical Sciences
28 Czerwca 1956 Str. No 135/137
61545 Poznań, Poland
☎ +48 61 8310230
☎ +48 61 8310230
✉: zpnr@wp.pl

dr. sc. Darko GOLOB,
EURONITKA d.o.o.
Rojčeva ulica 5
1000 Ljubljana, Slovenija
☎ +386 2 2525558
☎ +386 2 2525558
✉: darko.golob@uni-mb.si

dr. sc. Anica HUNJET, načelnica
Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa
Odjel za razvoj visokog obrazovanja
Trg hrvatskih velikana 6
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 4594281
☎ +385 1 4594314
✉: anica.hunjet@mzos.hr

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

mr. sc. Slavica ILIĆ,
Tehnološki fakultet
Bulevar oslobođenja 124
16000 Leskovac, Srbija
☎ +381 16 247203
☎ +381 16 242859
✉: ilicslavica@yahoo.com

dipl. ing. Katia GRGIĆ,
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Savska cesta 16/9
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 4877354
☎ +385 1 4877354
✉: katia.grgic@tff.hr

dipl. ing. Jasminka JAKLIN,
Čateks d.d.
Zrinsko-Frankopanska 25
40000 Čakovec, Hrvatska
☎ +385 40 379444
☎ +385 40 328445
✉: j.jaklin@cateks.hr

Marianna HÁLASZ, prof.
University of Technology and Economics
Faculty of Mechanical Engineering
Müegyetem rkp.3
1111 Budapest, Hungary
☎ +36 1 4632650
☎ +36 1 4631527
✉: hama@eik.bme.hu

dipl. ing. Danijela JEMO,
Sveučilište u Dubrovniku
Odjel za umjetnost i restauraciju
Branitelja Dubrovnika 29
20000 Dubrovnik, Hrvatska
☎ +385 20 445700
☎ +385 20 435590
✉: danijela.jemo@unidu.hr

dipl. ing. Štefica JOVIĆ,
VARTEKS d.d.
Zagrebačka 94
42000 Varaždin, Hrvatska
☎ +385 42 377777
☎ +385 42 377777
✉: labos@varteks.com

dr. sc. Darja KOCJAN AČKO, docent
Biotehniška fakulteta
Oddelek za agronomiju
Jamnikarjeva 101
1000 Ljubljana, Slovenija
☎ +386 1 4231161
☎ +386 1 4231088
✉: darja.kocjan@bf.uni-lj.si

Marija JURČEVIĆ, univ.spec.oec.
Ekonomski fakultet
Katedra za trgovinu
Trg J. F. Kennedyja 6
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 2383465
☎ +385 1 2335633
✉: mjurcevic@efz.hr

dr. sc. Sandra KONSTANTINOVIĆ, docent
Tehnološki fakultet
Bulevar oslobođenja 124
16000 Leskovac, Srbija
☎ +381 16 247203
☎ +381 16 242859
✉: andjelkovic_s@yahoo.com

dr. sc. Andrea KATOVIĆ,
Universita della Calabria
Dipartimento di Ingegneria Chimica e dei Materiali
Via P. Bucci - Cubo 44A
87036 Arcavacata di Rende, Italy
☎ +39 98 4496712
☎ +39 98 4496655
✉: katovic@unical.it

mr. sc. Tomislav KOREN, viši predavač
Tekstilno-tehnološki fakultet
Studij u Varaždinu
Hallerova aleja 6a
42000 Varaždin, Hrvatska
☎ +385 42 330676
☎ +385 42 330450
✉: tomlav.koren@tff.hr

dr. sc. Drago KATOVIĆ, red. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Savska cesta 16/9
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 4877352
☎ +385 1 4877352
✉: drago.katovic@tff.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. Snježana KIRIN,
Veleučilište u Karlovcu
Trg J.J.Strossmayera 9
47000 Karlovac, Hrvatska
☎ +385 47 843500
☎ +385 47 843579
✉: snjezana.kirin@vuka.hr

dipl. ing. Zorana KOVAČEVIĆ,
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Savska cesta 16/9
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 4877357
☎ +385 1 4877357
✉: zorana.kovacevic@tff.hr

prof. dr. mag. Dragica KISILAK, univ. dipl. inž.
EURONITKA d.o.o.
Rojčeva ulica 5
1000 Ljubljana, Slovenija
☎ +386 2 2525558
☎ +386 2 2525558
✉: info@euronitka.si

ing. Marija LALJEK,
LEMIA d.o.o.
Puškarićeva 104c
10250 Lučko, Hrvatska
☎ +385 1 6530711
☎ +385 1 6531004
✉: lemia@lemia.hr

dr. sc. Tonči 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

dr. sc. Alenka MAJCEN LE MARECHAL, red. prof.
Fakulteta za strojništvo
Oddelek za tekstilne materiale in oblikovanje
Smetanova ulica 17
2000 Maribor, Slovenija
☎ +386 2 2207910
☎ +386 2 2207990
✉: alenka.majcen@uni-mb.si

Svjetlana LELJAK-JURINOVIĆ, prof.
LEMIA d.o.o.
Puškarićeva 104c
10250 Lučko, Hrvatska
☎ +385 1 6530711
☎ +385 1 6531004
✉: lemia@lemia.hr

Dr. Feliu MARSAL,
Universitat Politècnica de Catalunya
Centro de Innovación Tecnológica CTF
Colón, 1, Terrassa
8222 Barcelona, Spain
☎ +34 93 7398240
☎ +34 93 7398240
✉: marsal@etp.upc.edu

mr. sc. Milan LUŠIĆ,
Varteks d.d.
Zagrebačka 94
42000 Varaždin, Hrvatska
☎ +385 42 377106
☎ +385 42 377395
✉: mlusic@varteks.com

dipl. ing. Marina MARTEK,
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 3712562
☎ +385 1 3712599
✉: marina.martek@ttf.hr

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. Neda MATIJEVIĆ, načelnica
Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva
Odjel za intelekt. vlasništvo, inovacije i nove teh.
Ulica grada Vukovara 78
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 6106951
☎ +385 1 6109116
✉: neda.matijevic@mingorp.hr

ing. Anita MAGLIČIĆ,
IV-ER-Konteks vatrogasne cijevi d.o.o.
Banija 161
47000 Karlovac, Hrvatska
☎ +385 47 645032
☎ +385 47 645038
✉: iv-er-kvc@iv-er-kvc.hr

mr. sc. Karin MENNINGER,
Naravoslovnotehniška fakulteta
Oddelek za Tekstilstvo
Snežniška 5
1000 Ljubljana, Slovenija
☎ +386 1 2003224
☎ +386 1 2003224
✉: karin.menninger@gmail.com

Maja MAHNIĆ, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 3712500
☎ +385 1 3712599
✉: fakultet@ttf.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. Romy NAUMANN,
Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.
Annaberger Str. 240
9125 Chemnitz, Germany
☎ +49 371 5274186
☎ +49 371 5274153
✉: romy.naumann@stfi.de

Vlasta PAVLOVIĆ, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 3712500
☎ +385 1 3712599
✉: fakultet@tff.hr

dr. sc. Ivan NOVAK, docent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za dizajn tekstila i odjeće
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 3712557
☎ +385 1 3712599
✉: ivan.novak@tff.hr

dr. sc. Željko PENAVALA, docent
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 3712576
☎ +385 1 3712533
✉: zeljko.penava@tff.hr

Mr. Daniel PALET,
Universitat Politècnica de Catalunya
Centro de Innovación Tecnológica CTF
Colón, 1, Terrassa
8222 Barcelona, Spain
☎ +34 93 7398240
☎ +34 93 7398240
✉: palet@etp.upc.edu

Mr. Miquel Angel PEREZ,
Leitat Technological Center
Innovation Unit
Passeig Vint-i-dos de Juliol 218
8221 Barcelona, Spain
☎ +34 93 7882300
☎ +34 93 7891906
✉: maperez@leit.at.org

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@tff.hr

Dijana PETANOVIĆ, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 3712500
☎ +385 1 3712599
✉: dijana.petanovic@gmail.com

Dr. Roshan PAUL,
LEITAT Technological Center
Passeig 22 de Juliol, 218
8221 Barcelona, Spain
☎ +34 93 7882300
☎ +34 93 7891906
✉: rpaul@leit.at.org

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@tff.hr

Gordana PAVKOVIĆ, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 3712500
☎ +385 1 3712599
✉: fakultet@tff.hr

dr. sc. Irena PETRINIĆ,
Univerza v Mariboru
Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
Smetanova 17
2000 Maribor, Slovenija
☎ +386 2 325320
☎ +386 2 2527774
✉: irena.petrinic@uni-mb.si

dipl. ing. Romana PETROVIĆ,
 Beti Pletiva d.o.o.
 Tovarniška 2
 8330 Metlika, Slovenija
 ☎ +386 7 3638129
 ☎ +386 7 3638185
 ✉: romana.petrovic@beti.si

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@tff.hr

dr. sc. Emira PEZELJ,
 Tekstilno-tehnološki fakultet
 Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila
 Prilaz baruna Filipovića 28a
 10000 Zagreb, Hrvatska
 ☎ +385 1 3712521
 ☎ +385 1 3712599
 ✉: emira.pezelj@tff.hr

dr. sc. Uwe REISCHL,
 Boise State University
 College of Health Sciences
 University Drive 1910
 83725 Boise, USA
 ☎ +208 1 4264116
 ☎ +208 1 4264116
 ✉: ureischl@boisestate.edu

dr. sc. Vesna Marija POTOČIĆ MATKOVIĆ, zn. nov.
 Tekstilno-tehnološki fakultet
 Zavod za projektiranje i menadžment tekstila
 Prilaz baruna Filipovića 28a
 10000 Zagreb, Hrvatska
 ☎ +385 1 3712573
 ☎ +385 1 3712599
 ✉: marija.potocic@tff.hr

dr. sc. Iva REZIĆ, znanstveni novak
 Tekstilno-tehnološki fakultet
 Zavod za primijenjenu kemiju
 Prilaz baruna Filipovića 28a
 10000 Zagreb, Hrvatska
 ☎ +385 1 3712593
 ☎ +385 1 3712599
 ✉: iva.rezic@tff.hr

dipl. ing. Gordana PRUTKI-PEČNIK,
 ERACON Projekt d.o.o.
 Centar znanja o EU programima
 Lička 31
 10000 Zagreb, Hrvatska
 ☎ +385 1 5509545
 ☎ +385 1 6604154
 ✉: gordana.pecnik@eracon.hr

dr. sc. Tatjana RIJAVEC, docent
 Naravoslovnotehniška fakulteta
 Oddelek za Tekstilstvo
 Snežniška 5
 1000 Ljubljana, Slovenija
 ☎ +386 1 2003224
 ☎ +386 1 2003224
 ✉: tatjana.rijavec@ntf.uni-lj.si

dipl. ing. Marina PUČIĆ,
 LEMIA d.o.o.
 Puškarićeva 104c
 10250 Lučko, Hrvatska
 ☎ +385 1 6530711
 ☎ +385 1 6531004
 ✉: marina@lemia.hr

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@tff.hr

Dr. Victor PUNTES,
 Institut Catala de Nanotecnologia (ICN)
 Campus UAB, Bellaterra
 8163 Barcelona, Spain
 ☎ +34 93 5814408
 ☎ +34 93 5814411
 ✉: victor.puntes.icn@uab.es

dipl. ing. Beti ROGINA-CAR, stručni suradnik
 Tekstilno-tehnološki fakultet
 Zavod za odjevnu tehnologiju
 Prilaz baruna Filipovića 28a
 10000 Zagreb, Hrvatska
 ☎ +385 1 3712579
 ☎ +385 1 3712599
 ✉: beti.rogina-car@tff.hr

dr. sc. Ivana SALOPEK ČUBRIĆ, znanstveni novak
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 3712573
☎ +385 1 3712599
✉: ivana.salopek@tff.hr

dr. sc. Olivera ŠAUPERL, docent
Fakulteta za strojništvo
Lab. za obdelavo in preskušanje polimernih material.
Smetanova ulica 17
2000 Maribor, Slovenija
☎ +386 2 2207889
☎ +386 2 2207990
✉: lidija.fras@uni-mb.si

Marija SINEL, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 3712500
☎ +385 1 3712599
✉: fakultet@tff.hr

dipl. ing. Miodrag ŠMELCEROVIĆ,
Tehnološki fakultet
Bulevar oslobođenja 124
16000 Leskovac, Srbija
☎ +381 16 247203
☎ +381 16 242859
✉: msmelcerovic@yahoo.com

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@tff.hr

dipl. ing. Ivana ŠPELIĆ,
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 3712592
☎ +385 1 3712599
✉: ivana.spelic@tff.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.soljacic@tff.hr

Adriana ŠTIMAC, studentica
Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 3712500
☎ +385 1 3712599
✉: fakultet@tff.hr

mag.oec. Ines SUTIĆ, asistent
Ekonomski fakultet
Katedra za trgovinu
Trg J. F. Kennedyja 6
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 2383152
☎ +385 1 2335633
✉: ines.sutic@yahoo.com

dipl. ing. Ružica ŠURINA, 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

dr. sc. Ana SUTLOVIĆ, viši asistent
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@tff.hr

dr. sc. Anita TARBUK, znanstveni novak
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Savska cesta 16/9
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 4877358
☎ +385 1 4877355
✉: anita.tarbuk@tff.hr

dr. sc. Antoneta TOMLJENović, 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@ttf.hr

dipl. ing. Damir VITEZ,
Čateks d.d.
Zrinsko-Frankopanska 25
40000 Čakovec, Hrvatska
☎ +385 40 379400
☎ +385 40 328445
✉: d.vitez@cateks.hr

Prof. Teresa TORLINSKA,
Karol Marcinkowski University of Medical Sciences
ul. Święcickiego 6
60781 Poznań, Poland
☎ +48 61 8546540
☎ +48 61 8546539
✉: zpnr@wp.pl

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@ttf.hr

dr. sc. Vesna TRALIĆ-KULENOVIĆ, izv. prof.
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za primijenjenu kemiju
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 3712556
☎ +385 1 3712599
✉: vtralic@ttf.hr

dr. sc. Bojana VONČINA,
EURONITKA d.o.o.
Rojčeva ulica 5
1000 Ljubljana, Slovenija
☎ +386 2 2525558
☎ +386 2 2525558
✉: bo_voncina@yahoo.com

Elena TURCO,
Grado Zero Espace Srl
Via Nove, 2a
50056 Montelupo, Italy
☎ +39 5 7180368
☎ +39 5 71944722
✉: t-pot@gzespace.com

dr. sc. Jovan VUČINIĆ, prof.
Veleučilište u Karlovcu
Trg J.J.Strossmayera 9
47000 Karlovac, Hrvatska
☎ +385 47 843500
☎ +385 47 843579
✉: jovan.vucinic@vuka.hr

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@ttf.hr

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@ttf.hr

dipl. ing. Ksenija VIŠIĆ,
Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju
Savska cesta 16/9
10000 Zagreb, Hrvatska
☎ +385 1 4877354
☎ +385 1 4877357
✉: ksenija.visic@ttf.hr

Dr. Eng. Malgorzata ZIMNIEWSKA,
Institute of Natural Fibers and Medicinal Plants
str. Wojska Polskiego 71b
60630 Poznań, Poland
☎ +48 61 8455859
☎ +48 61 8417830
✉: gosiaz@inf.poznan.pl



INDEKS AUTORA

INDEX OF AUTHORS

INDEKS AUTORA

INDEX OF AUTHORS

- Maja ANDRASSY, 99, 223
Vinko BARIŠIĆ, 163
Lorenzo BAUTISTA, 155
Sandra BISCHOF VUKUŠIĆ, 37, 135, 143
Edita BOGACZ 89
Ljerka BOKIĆ, 211
Jose Maria BOTET, 155
Bojana BREKO, 211
Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ, 75, 81
Eudald CASALS, 155
Tihana DEKANIĆ, 167, 171
Meritxell DELAVARG, 155
Ksenija DOLEŽAL, 75, 81, 189
Žaklina DOMJANIĆ, 185
Zvonko DRAGČEVIĆ, 131
Dragan ĐORĐEVIĆ, 179, 199
Suzana ĐORĐEVIĆ, 179
Vedran ĐURAŠEVIĆ, 151
Pamela FEDERIGHI, 3
Sandra FLINČEC GRGAC, 135
Petra FRANITZA, 47, 193
Lidija FRAS-ZEMLJIĆ, 175
Lorena GARCIA-FERNANDEZ, 155
Martinia Ira GLOGAR, 247
Darko GOLOB, 147
Ana Marija GRANCARIĆ, 139, 179
Katia GRGIĆ, 167
Marianna HALÁSZ 75, 81
Renata HRŽENJAK, 75
Julius HUBER 89
Anica HUNJET, 239
Slavica ILIĆ, 199
Jasminka JAKLIN, 121
Danijela JEMO, 115
Štefica JOVIĆ, 171
Marija JURČEVIĆ, 243
Andrea KATOVIĆ, 143
Drago KATOVIĆ, 37, 135, 143
Snježana KIRIN, 109
Dragica KISILAK, 147
Darja KOCJAN AČKO, 103
Sandra KONSTANTINOVIĆ, 199
Tomislav KOREN, 189
Stana KOVAČEVIĆ, 109
Zorana KOVAČEVIĆ, 223
Marija LALJEK, 171
Tonći LAZIBAT, 243
Svjetlana LELJAK-JURINOVIĆ, 171
Milan LUŠIĆ, 15
Thomas LUXBACHER, 159, 163
Anita MAGLIČIĆ, 109
Maja MAHNIĆ, 231
Alenka MAJCEN LE MARECHAL, 139
Feliu MARSAL, 155
Marina MARTEK, 99
Neda MATIJEVIĆ, 25
Karin MENNINGER, 215
Budimir MIJOVIĆ, 207
Romy NAUMANN, 47, 193
Ivan NOVAK, 251
Daniel PALET, 155
Đurđica PARAC-OSTERMAN, 151, 239, 247
Roshan PAUL, 155
Gordana PAVKOVIĆ, 227
Vlasta PAVLOVIĆ, 231
Željko PENAVA, 115, 251
Miquel Angel PEREZ, 57
Dijana PETANOVIĆ, 125
Slavenka PETRAK, 81
Irena PETRINIĆ, 159, 163
Romana PETROVIĆ, 159
Emira PEZELJ, 223
Vesna Marija POTOČIĆ MATKOVIĆ, 121, 227
Gordana PRUTKI-PEČNIK, 65
Marina PUČIĆ, 171
Victor PUNTES, 155
Tanja PUŠIĆ, 131, 159, 163, 167, 171, 203
Uwe REISCHL, 207
Iva REZIĆ, 211
Tatjana RIJAVEC, 103, 203, 215
Dubravko ROGALE, 81
Beti ROGINA-CAR, 185
Ivana SALOPEK ČUBRIĆ, 125
Marija SINEL, 231
Zenun SKENDERI, 121, 125, 227
Ivo SOLJAČIĆ, 131, 167, 171
Ines SUTIĆ, 243
Ana SUTLOVIĆ, 151
Olivera ŠAUPERL, 175
Miodrag ŠMELCEROVIĆ, 199
Ivana ŠPELIĆ, 207
Adriana ŠTIMAC, 231
Ružica ŠURINA, 99
Anita TARBUK, 139, 179
Antoneta TOMLJENOVIĆ, 203, 215, 231
Teresa TORLINSKA, 89
Vesna TRALIĆ-KULENOVIĆ, 239
Elena TURCO, 3
Darko UJEVIĆ, 75, 81, 185, 243
Ksenija VIŠIĆ, 203
Damir VITEZ, 121
Branka VOJNOVIĆ, 211
Bojana VONČINA, 147
Jovan VUČINIĆ, 109
Edita VUJASINOVIĆ, 99, 223
Malgorzata ZIMNIEWSKA, 89





POPIS SPONZORA

LIST OF SPONZORS

POPIS SPONZORA

LIST OF SPONZORS

AMADEUS M.A.J. d.o.o.

Kamenarka 11
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 6651748
☎: +385 1 6651737
✉: info@amadeusjeans.com
<http://www.amadeusjeans.com>

BAMBI d.o.o.

Braće Radića 108
42000 Varaždin, Hrvatska
☎: +385 42 370200
☎: +385 42 370093
✉: bambi-info@vz.t-com.hr
<http://www.bambi.hr>

ČATEKS d.d.

Zrinsko-Frankopanska 25
40000 Čakovec, Hrvatska
☎: +385 40 379444
☎: +385 40 328445
✉: info@cateks.hr
<http://www.cateks.hr>

ERACON PROJEKT D.O.O.

Barčev trg 14
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 6604154
☎: +385 1 6604154
✉: gordana.pecnik@eracon.hr
<http://www.eracon.hr>

ETNO BUTIK "MARA"

Ilica 49
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 3790149
☎: +385 1 4806511
✉: mara@etnobutik-mara.com
<http://www.etnobutik-mara.com>

GALKO d.o.o.

Braće Radića 43
42231 Mali Bukovec, Hrvatska
☎: +385 42 379440
☎: +385 0 42 843600
✉: galko@galko.com
<http://www.galko.com>

HEMCO d.o.o.

Ante Starčevića 196 A
31400 Đakovo, Hrvatska
☎: +385 31 817350
☎: +385 31 817402
✉: info@hemco.hr
<http://www.hemco.hr>

HOTEL-VINARIJA ZDJELAREVIĆ

Vinogradska 102
35253 Brodski Stupnik, Hrvatska
☎: +385 35 427775
☎: +385 35 427040
✉: info@zdelarevic.hr
<http://www.zdelarevic.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

MIKROLUX d.o.o.

Ljudevita Gaja 35
10290 Zaprešić, Hrvatska
☎: +385 1 3398905
☎: +385 1 3398905
✉: mikrolux.d.o.o.@zg.t-com.hr

PENG d.o.o.

Međugorska 37
10360 Sesvete, Hrvatska
☎: +385 1 2014225
☎: +385 1 2014225
✉: kontakt@peng.hr
<http://www.peng.hr>

POTOMAC d.o.o.

Kaptol 13
10000 Zagreb, Hrvatska
☎: +385 1 4814600
☎: +385 1 4814815
✉: info@potomac.hr
<http://www.potomac.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>

