

**Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet**

**University of Zagreb, Faculty of Textile Technology**



**ZBORNIK RADOVA**

**11. Znanstveno – stručnog savjetovanja  
TEKSTILNA ZNANOST I GOSPODARSTVO**

**BOOK OF PROCEEDINGS**

**11<sup>th</sup> Scientific – Professional Symposium  
TEXTILE SCIENCE & ECONOMY**

24. siječnja 2018, Zagreb, Hrvatska  
24<sup>th</sup> January 2018, Zagreb, Croatia

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

# **TEKSTILNA ZNANOST I GOSPODARSTVO**

**TEXTILE SCIENCE AND ECONOMY**

## **ZBORNİK RADOVA BOOK OF PROCEEDINGS**

11. znanstveno – stručnog savjetovanja

11<sup>th</sup> Scientific – Professional Symposium

**TEKSTIL, KOŽA I OBUĆA – SEKTOR „ODRŽIVOG“ RAZVOJA U RH**  
**TEXTILE, LEATHER, AND FOOTWEAR – THE SECTOR OF**  
**“SUSTAINABLE” DEVELOPMENT**



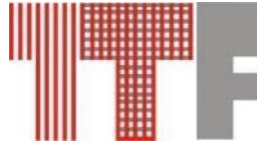
24. siječnja 2018, Zagreb, Hrvatska  
24<sup>th</sup> January 2018, Zagreb, Croatia



ISSN (CD – ROM): 2459-8186  
ISSN (On- line): 2584-6450

## Organizacija/Organized by:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET



UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF TEXTILE TECHNOLOGY

HRVATSKI KLASTER KONKURENTNOSTI  
INDUSTRIJA TEKSTILA, KOŽE I OBUĆE



COMPETITIVENESS CLUSTERS  
TEXTILE, LEATHER GOODS AND FOOTWEAR INDUSTRY

## Pokrovitelji/Patrons:



Predsjednica Republike Hrvatske  
President of the Republic Croatia

Kolinda Grabar-Kitarović



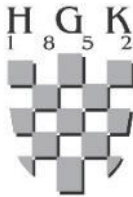
Ministarstvo znanosti i obrazovanja  
Ministry of Science and Education



Sveučilište u Zagrebu  
University of Zagreb



Hrvatska akademija tehničkih znanosti  
Croatian Academy of Engineering



Hrvatska gospodarska komora  
Croatian Chamber of Economy



Hrvatska obrtnička komora  
Croatian Chamber of Trades and Crafts



Hrvatski inženjerski savez tekstilaca  
Croatian Association of Textile Engineers

## Izdavač/Publisher:

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

## Urednici/Editors:

Doc. dr. sc. Sanja Ercegović Ražić  
Izv. prof. dr. sc. Martinia Ira Glogar  
Izv. prof. dr. sc. Ivan Novak

## TZG Logo/TZG Logo:

Izv. prof. dr. sc. Martinia Ira Glogar

## Kontakt adresa/Contact address:

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

University of Zagreb  
Faculty of Textile Technology  
Prilaz baruna Filipovića 28a  
HR-10000 Zagreb  
☎: +(385) (1) 3712500  
✉: [tzg@tff.hr](mailto:tzg@tff.hr)  
<http://tzg.tff.unizg.hr>

## Opaska/Note:

Svi radovi u ovom zborniku su recenzirani. Bez obzira na to, urednici i organizator ne odgovaraju za sadržaj prikazan u ovoj publikaciji. Sva prava pripadaju autorima, što znači da će daljnji uvjeti objave rada biti dogovoreni sa samim autorima. Nakon objave Zbornika TZG 2018, 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 2018.

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 2018.

## Znanstveni odbor/Scientific Programme Committee:

**Predsjednik/President:** **Zenun Skenderi** (Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet)  
**Ružica Brunšek** (Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet)  
**Jasminka Butorac** (Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet)  
**Snježana Firšt Rogale** (Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet)  
**Damir Godec** (Sveučilište u Zagrebu Fakultet Strojstva i brodogradnje)  
**Marija Gorjanc** (Sveučilište u Ljubljani, Fakultet prirodnih znanosti i inženjerstva, Slovenija)  
**Željko Knezić** (Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet)  
**Ivan Kosalec** (Sveučilište u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijski fakultet)  
**Jasminka Končić** (Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet)  
**Mirela Leskovac** (Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije)  
**Igor Majnarić** (Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet)  
**Slobodan Milošević** (Institut za Fiziku, Zagreb)  
**Ivan Novak** (Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet)  
**Slavenka Petrak** (Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet)  
**Ana Sutlović** (Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet)  
**Anita Tarbuk** (Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet)  
**Tomislava Vukušić** (Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno biotehnološki fakultet)

## Organizacijski odbor/Organizing Committee:

**Predsjednik/President:** **Sanja Ercegović Ražić**  
**Martinia Ira Glogar**  
**Jadranka Akalović**  
**Anica Hursa Šajatović**  
**Lea Botteri**  
**Alica Grilec**  
**Bosiljka Šaravanja**  
**Ivana Špelić**  
**Maja Mahnić Naglić**  
**Iva Matijević**  
**Jelena Peran**

## Recenzenti/Reviewers:

Dubravko Rogale; Slobodan Milošević; Stana Kovačević; Snježana Firšt Rogale; Martinia Ira Glogar; Sanja Ercegović Ražić; Ana Sutlović; Anita Tarbuk; Antoneta Tomljenović; Paulina Jazvić; Željko Penava; Zorana Kovačević; Zenun Skenderi; Dragana Kopitar; Edita Vujasinović; Tomislava Vukušić; Ivan Kosalec; Irena Šabarić; Željko Knezić; Ivan Novak; Helena Schultheis Edgeler; Jasminka Končić; Marin Sovar; Slavenka Petrak; Marija Gorjanc; Damir Godec; Ivana Salopek Čubrić; Željko Šomođi; Anica Hursa Šajatović; Branka Vojnović; Mirela Leskovac; Suzana Kutnjak-Mrvlinčić; Igor Majnarić; Krešimir Purgar; Jasminka Butorac; Ružica Brunšek; Vesna Marija Potočić Matković; Nikša Krstulović; Snježana Brnada; Maja Somogyi Škoc; Goran Čubrić; Slavica Bogović; Sandra Flinčec Grgac; Blaženka Brlobašić Šajatović; Andrea Pavetić

## Riječ urednika

**TEKSTILNA ZNANOST I GOSPODARSTVO (TZG)** je znanstveno-stručno savjetovanje kojem je cilj okupiti renomirane znanstvenike i vodeće stručnjake gospodarstva iz raznih područja tekstila, odjeće, obuće, kože i galanterije s namjerom razmjene znanja i iskustva, uspostavljanja suradnje i integracije. Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet (TTF) u suorganizaciji s Hrvatskim klasterom konkurentnosti industrije tekstila, kože i obuće (HKKITKO) i ove godine organizira sada već tradicionalno 11. znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo (TZG) pod naslovom *Tekstil, koža i obuća - sektor „održivog razvoja*. Savjetovanje prati i Zbornik znanstvenih, preglednih i stručnih radova. Ovom se prigodom zahvaljujemo svim predavačima, pokroviteljima, sponzorima, autorima radova, recenzentima, izlagačima i uredništvu Zbornika, te svim drugim suradnicima koji su svojim radom i zalaganjem pomogli objavljivanju ovog Zbornika radova.

Ovogodišnja tema kao i svrha Savjetovanja vođena je idejom povezivanja stručnjaka iz sektora tekstila, odjeće, kože i obuće s primarnim ciljem: ukazati na važnost vertikalnog povezivanja obrazovnih institucija u Republici Hrvatskoj sa svrhom doprinosa kvalitetnih i kompetentnih kadrova u područje tekstilne, odjevne, kožarske i obučarske industrije, za potrebe „održivog“ razvoja industrije, samim time gospodarskog rasta u RH i jačanja konkurentnosti Sektora na Europskom tržištu. Izražavamo veliko zadovoljstvo odazivom kompetentnih stručnjaka i znanstvenika, političkih dužnosnika i gospodarstvenika iz zemlje, i iz inozemstva, a poglavito zahvaljujemo vrhunskom stručnjaku i UNIDO-om konzultantu za kožnu industriju gospodinu Jakovu Buljanu na ukazanom povjerenju. Gospodin Jakov Buljan će u plenarnom predavanju pod naslovom „*Sustainability, leather carbon footprint*“ („*Održivost, ugljični otisak kože*“) ukazati na važnost i značenje ugljičnog otiska kože, čovjekovog utjecaja na okoliš, potrebe očuvanja obnovljivih ali i neobnovljivih izvora, sa svrhom održivog razvoja i očuvanja prirodnih resursa budućim generacijama.

Slijede pozvana predavanja predsjednika Obrtničke komore Zagreb gospodina Mirze Šabića pod nazivom „*Predstavljanje projekta Zagreb Crafts*“; predstavnice Udruženja tekstilne i odjevne industrije Hrvatske gospodarske komore gospođe Jagode Divić i predstavnice Udruženja kožarsko-prerađivačke industrije Hrvatske gospodarske komore gospođe Branke Prišlič s predavanjem „*Stanje i perspektive u tekstilnoj i kožarsko-prerađivačkoj industriji*“; predsjednika Udruženja kožarsko-prerađivačke industrije Hrvatske gospodarske komore gospodina Maria Lešine s predavanjem „*Ekonomska trajektorija poduzeća u industriji obuće*“; dr. sc. Branke Pivčević Novak ispred Ministarstva zaštite okoliša i energetike, doc. dr. sc. Sanje Ercegović Ražić i Jadranke Akalović, predavačice ispred Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta s predavanjem „*Izrada mjerila za kožu za znak zaštite okoliša Prijatelj okoliša*“; Ministarstva rada i mirovinskog sustava, Ministra mr. sc. Marka Pavića s predavanjem „*Mjere za mlade i zapošljavanje*“ i Predsjednika Uprave ispred Agencije Hamag-Bicro gospodina Vjerana Vrbanca s predavanjem „*Mogućnosti financiranja razvojnih projekata SME-a*“.

Pored navedenog, organizira se i Okrugli stol na kojem će predstavnici gospodarstva, predstavnica Ministarstva regionalnog razvoja i fondova Europske unije, predstavnici Komora i Agencije, i predstavnice obrazovne Institucije, moći direktno doprinijeti raspravi na temu "Održivost i jačanje konkurentnosti sektora (TKO) prema Europskom tržištu". Paralelno s predavanjima odvijat će se dvije radionice pod nazivom „*Od različitog tipa tijela do različitog tipa odijela*“ (voditelji: prof. dr. sc. T. Rolich, izv. Prof. dr. sc. S. Petrak, mag. ing. D. Domović, mag. ing. M. Mahnić Naglič) i „*Izrada čarapa i termofiziološka svojstva plošnih proizvoda i obuće*“ (voditelji: prof. dr. sc. Z. Skenderi, prof. dr. sc. Z. Vrljičak, doc. dr. sc. D. Kopitar) s ciljem popularizacije znanosti i praktične primjene. U Zborniku je objavljeno 36 radova u cijelosti, sažetci pozvanih predavanja, prezentacije izlagača, i prezentacije radionica, koji pokazuju rezultate istraživanja u području tekstilne znanosti, tekstilne i obučarske tehnologije, te funkcionalnog dizajna. Svi radovi u Zborniku su recenzirani i kategorizirani kao znanstveni radovi, pregledni radovi ili stručni radovi, te će biti prikazani na Savjetovanju u okviru poster sekcije.

I ovogodišnje Savjetovanje pruža priliku gospodarstvenicima i poduzetnicima, predstavnicima istraživačkih ustanova i državnih institucija da iznesu i razmijene iskustva, mišljenja, rezultate istraživanja, predlože projekte u svrhu istraživanja i razvoja, te financiranja poduzetništva s ciljem razvoja, te jačanja konkurentnosti i kompetentnosti Sektora na tržištu.

Na kraju ovog obraćanja urednika, pozivamo sve gospodarstvenike i poduzetnike, predstavnike državnih institucija i obrazovnih institucija da se još intenzivnije uključe u razvojne, istraživačke i stručne projekte u suradnji sa Sveučilištem u Zagrebu Tekstilno-tehnološkim fakultetom sa svrhom zajedničkog doprinosa razvoju, kompetentnosti i konkurentnosti sektora tekstila, odjeće, kože i obuće, za potrebe „održivog“ razvoja industrije, samim time gospodarskog rasta Republike Hrvatske i jačanja konkurentnosti na europskom tržištu.

Zagreb, 24. siječnja 2018.

### Urednici Zbornika:

Sanja Ercegović Ražić



Martinia Ira Glogar



Ivan Novak





## Editor's word

**TEXTILE SCIENCE AND ECONOMY (TZG)** is a scientific and professional symposium aimed at bringing together reputable scientists and leading industry experts from various fields of textiles, clothing, footwear, leather and accessories with the intent of exchanging knowledge and experience, establishing cooperation and integration. University of Zagreb Faculty of Textile Technology (TTF) in co-operation with Croatian Cluster of Competitiveness of Textile, Leather and Footwear Industry (HKKITKO) this year organizes the 11<sup>th</sup> Scientific-Professional Symposium Textile Science and Economy (TZG) under title *Textile, Leather and Footwear - the Sector of Sustainable Development*. The Symposium is accompanied by a Proceedings of Scientific, Review and Professional Papers. On this occasion, we would like to thank all lecturers, patrons, sponsors, authors of papers, reviewers, exhibitors and editorial staff of the Proceedings, as well as all other associates who have contributed to the publication of this Proceedings. This year's theme as well as the purpose of Symposium was connecting experts from the textile, clothing, leather and footwear sectors with the primary goal of pointing out the importance of vertical connecting of educational institutions in the Republic of Croatia with the aim of contributing the quality and competent experts to textile, clothing, leather and footwear industry, for the needs of "sustainable" development of the industry, thus economic growth in the Republic of Croatia and strengthening of the sector's competitiveness in the European market.

We express great satisfaction with the response of competent experts and scientists, political officials and entrepreneurs from the country and from abroad, and especially thanks to the top expert and UNIDO's consultant for the leather industry, Mr. Jakov Buljan, with the trust shown. Mr. Jakov Buljan will address the importance and significance of carbon footprint, human impact on the environment, the need for conservation of renewable and non-renewable resources, in the plenary session entitled "*Sustainability, Leather Carbon Footprint*" for the purpose of sustainable development and preservation of natural resources for future generations. Following are the lectures given by the President of the Zagreb Chamber of Crafts, Mr. Mirza Šabić, entitled "*Presentation of the Zagreb Crafts Project*"; representative of the Association of Textiles and Clothing Industry of the Croatian Chamber of Economy Mrs. Jagode Divić and representative of the Association of Leather-Processing Industry of the Croatian Chamber of Economy Mrs. Branka Prišlič with the lecture "*Situation and Perspectives in the Textile and Leather Processing Industry*"; President of the Association of Leather-Processing Industry of the Croatian Chamber of Economy, Mr. Mario Lešina, with the presentation of "*Economic Trajectory of Enterprises in the Footwear Industry*"; Mrs. Branke Pivčević Novak, PhD., in front of the Ministry of Environmental Protection and Energy, Assist. Prof. Sanja Ercegović Ražić, PhD., and Jadranka Akalović, lecturers at the University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, with the lecture "*Criteria for Environmental Protection Label "Environmentally Friendly" for Leather*"; Ministry of Labor and Pension System, Minister Marko Pavić, MSc., with a lecture on "*Measures for Youth and Employment*" and the President of the Management Board in front of the Agency Hamag-Bicro Mr. Vjeran Vrbanec with the lecture "*Opportunities for Financing SME Development Projects*". In addition, a Round Table will be organized, whereby representatives of the economy, representatives of the Ministry of Regional Development and the EU Fund, representatives of the Chamber and the Agency, and representatives of the Educational Institution will be able to directly contribute to the discussion on "*Sustainability and Strengthening of the Sector Competitiveness (TLF – textile, leather, footwear) Towards European Market*". In parallel with the lectures, two workshops will be held, entitled "*From Different Types of Bodies to Different Types of Suits*" (chaired by Prof. T. Rolich, Ph.D., Prof. S. Petrak, Ph.D., D. Domović, MSc; M. Mahnić Naglič, MSc) and "*Making Socks and Thermophysiological Properties of Flat Products and Footwear*" (Heads: Prof. Z. Skenderi, Ph.D.; Prof. Z. Vrljičak, Ph.D.; Assist. Prof. D. Kopitar, Ph.D.), with the aim of popularizing science and practical application. In the Proceedings, 36 papers were published in full, summaries of invited lectures, exhibitors presentations, and workshop presentations, showing the results of research in the field of textile science, textile and footwear technology and functional design. All papers in the Proceedings are reviewed and categorized as scientific papers, review or professional papers, and will be presented in the Poster Section. This year's Symposium also provides opportunities for businessmen and entrepreneurs, representatives of research institutes and state institutions to present and exchange experiences, opinions, research results, suggest projects for research and development, and finance entrepreneurship with the aim of developing and strengthening the sector's competitiveness and competence. At the end of this editorial, we invite all businessmen and entrepreneurs, representatives of state institutions and educational institutions to engage more intensively in development, research and professional projects in cooperation with the University of Zagreb Faculty of Textile Technology, with the purpose of jointly contributing to the development, competence and competitiveness of the textiles, clothing, leather and footwear sector, for the "sustainable" development of the industry, thus the economic growth of the Republic of Croatia and strengthening of competitiveness in the European market.


Zagreb, January 24<sup>th</sup>, 2018.

### Proceedings editors:

Sanja Ercegović Ražić



Martinija Ira Glogar



Ivan Novak





---

**SADRŽAJ**

---

**CONTENTS**

## PLENARNO PREDAVANJE / PLENARY LECTURES:

Jakov BULJAN Održivost, ugljični otisak kože Sustainability, leather carbon footprint .....	17
---	----

## POZVANA PREDAVANJA / INVITED LECTURES:

Mirza ŠABIĆ Predstavljanje projekta "Zagreb Crafts" "Zagreb Craft" project .....	20
Jagoda DIVIĆ & Branka PRIŠLIĆ Stanje i perspektive u tekstilnoj i kožarsko-prerađivačkoj industriji State and perspectives in textile and leather – manufacturing industry .....	22
Branka PIVČEVIĆ NOVAK, Sanja ERCEGOVIĆ RAŽIĆ & Jadranka AKALOVIĆ Izrada mjerila za kožu za znak zaštite okoliša „Prijatelj okoliša“ Criteria for environmental protection label "Environmentally friendly" for leather .....	26
Marko PAVIĆ Mjere za mlade i zapošljavanje Measures for youth and employment .....	30
Vjeran VRBANEC Mogućnosti financiranja malog i srednjeg poduzetništva Financing possibility of small and medium enterprises .....	32

## IZVORNI ZNANSTVENI RADOVI / ORIGINAL SCIENTIFIC PAPERS:

Ružica BRUNŠEK, Anita TARBUK, Jasminka BUTORAC, Mirjana NERALIĆ & Terezija VUKSAN Utjecaj različitih metoda močenja na svojstva lanenih vlakana The influence of different retting methods on flax fibers properties .....	35
Abhijit MAJUMDAR & Ivana SALOPEK ČUBRIĆ Developing ANN model for the prediction of comfort-related indicator based on yarn parameters .....	40
Rajna MALINAR; Sandra FLINČEC GRGAC; Drago KATOVIĆ & Daniela JEMO Morfološka i kemijska ispitivanja arheološkog tekstila – fragment užeta iz špilje Bezdanjače (Lika) Morphological and chemical examination of the archeological textile – rope fragment from Bezdanjača cave (Lika) .....	44
Veronika STAMAĆ; Ana SUTLOVIĆ; Vesna Marija POTOČIĆ MATKOVIĆ & Anita TARBUK Prugasti uzorak pletiva postignut različitim predobradama pamuka Striped pattern of cotton knitwear achieved by different pretreatment .....	50
Katia GRGIĆ; Branka VOJNOVIĆ; Valerijan LUKAČ & Anita TARBUK Kationizirani liocelni pust – mogućnosti pročišćavanja otpadne vode Cationized lyocell non-woven – possible wastewater purification .....	56
Željko PENAVA; Željko KNEZIĆ & Davor BONEFAČIĆ Utjecaj uvjitosti na električnu vodljivost elektrovodljive pređe	

The impact of twists on electric conductivity of electroconductive yarn .....	62
Lea BOTTERI; Martina HENDIJA; Ksenija DOLEŽAL & Anita TARBUK Modeliranje ženske bluze za izradu iz pamuka različite bjeline The women's blouse modelling for making it of cotton of different whiteness .....	68
Damir GODEC, Lea MANDIĆ; Robert SURMA, Ana PILIPOVIĆ & Miodrag KATALENIĆ Utjecaj parametara 3d tiskanja na savojna svojstva 3d tiskanog proizvoda Influence of 3d printing parameters on flexural properties of 3d printed product .....	74
Antoneta TOMLJENOVIĆ & Ivana KUKIĆ Primjenjivost ojačala iz vlakana lana i konoplje za polimerne kompozitne materijale Applicability of flax and hemp fibre reinforcements for polymer composite materials .....	80
Željka PAVLOVIĆ; Goran IVEKOVIĆ & Zlatko VRLJIČAK Utjecaj pređa različitih postupaka izrade na parametre strukture glatkih kuliranih desno-desnih pletiva The impact of the yarn produced by different spinning technologies on rib knitted fabric structure .....	86
Lela PINTARIĆ, Željka BUĆAN, Martina BURŠTINSKI, Ana VRSALOVIĆ PRESEČKI & Iva REZIĆ Optimizacija biokatalitičke sinteze nanočestica cinkovog oksida pomoću metode dizajna eksperimenta Optimization of biocatalytical sythesis of the zinc oxide nanoparticles using DOE method .....	92
Miloš LOZO; Željka PAVLOVIĆ & Zlatko VRLJIČAK Parametri strukture pletiva finih ženskih čarapa s elastanskom niti Structural parameters of fine women's hosiery with elastane threads .....	98
Mateja VITEZ & Maja SOMOGYI ŠKOC Utjecaj ultrazvuka na pripremu hibridnog fitoterapeutskog tekstila The influence of ultrasound on preparation of hybrid phytotherapeutic textile .....	104
Andreja BAŠAK; Slavenka PETRAK & Maja MAHNIĆ NAGLIĆ Računalno projektiranje i inovativni razvoj autorske kolekcije dječjih ogrtača Computer design and inovative development of author childrens coats collection .....	111
Tihana DEKANIĆ; Dora KOS; Ivana ILIČIĆ & Tanja PUŠIĆ Legendarni džins - inspiracija za dekorativne proizvode od tekstila Legendary jeans – inspiration for decorative textile products .....	117

## **PREGLEDNI RADOVI / REVIEW PAPERS:**

Pablo JIMÉNEZ-SCHLEGL & Goran ČUBRIĆ Robots in the textile and fashion industries: Facts and prospectives .....	124
Jelena PERAN; Sanja ERCEGOVIĆ RAŽIĆ & Katarina IŠTEF Primjena plazme na bazi dielektričnog barijernog pražnjenja za modifikaciju svojstava tekstilnih materijala Application of dielectric barrier discharge plasma on modification of textile material properties .....	132

## **STRUČNI RADOVI / PROFESSIONAL PAPERS:**

Irena ŠABARIĆ; Franka KARIN & Martina LEGIN Upcycling metoda kao primjer dobre prakse u održivoj modi Upcycling method as an example of good practicein a sustainable fashion .....	141
---	-----

Ivana SALOPEK ČUBRIĆ; Marina FILIPOVIĆ & Martina JUKIĆ Svojstava pređa koje primjenu nalaze u ambalaži prehrambenih proizvoda Properties of the yarns used in food packaging .....	146
Anja LELJAK & Tomislav IVANKOVIĆ Usporedba standardiziranih ISO metoda za određivanje antibakterijske učinkovitosti tekstilnih materijala Comparison of standardized ISO methods for determination of antibacterial properties of textile materials.....	152
Ivana ČURILA, Josip PETRIC & Kristina MARŠIĆ Izrada ukrasnog veza i trendovi u proizvodnom procesu izrade vezova Production of decorative embroidery and trends in the production of decorative embroidery .....	159
Marsel PONGRAC, Suzana KUTNJAK – MRAVLINČIĆ, Kristina MARŠIĆ Od ideje do izrade uzoraka modnih dodataka inspiriranih faunom i pravni status na tržištu Production of decorative embroidery and trends in the production of decorative embroidery .....	163
Franka ŽUVELA BOŠNJAK; Sandra FLINČEC GRGAC; Jadranka AKALOVIĆ; Ariana POMPER & Judita FRANČESKINI Toplinska stabilnost i otpornost na savijanje goveđih koža za izradu lica obuće Thermal stability and resistance to flexion beef leather for making faces of footwear .....	168
Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ, Irena ŠABARIĆ & Jelena PETROVIĆ Primjena geometrijskih tijela u izradi kolekcije ženske odjeće Application of geometric authorities in collection of women's clothes.....	174
Marija LEŠ; Ana SUTLOVIĆ; Martinia Ira GLOGAR & Snježana VEGO Filcanje šešira vunom bojadisanom prirodnim bojom ekstrahiranim iz <i>DACTYLOPIUS COCCUS</i> Felting hat with wool dyed with natural dyestuff extracted from <i>DACTYLOPIUS COCCUS</i> .....	180
Željko PENAVALA; Diana ŠIMIĆ PENAVALA & Željko KNEZIĆ Utjecaj vrste veza na potencijalnu energiju deformacije tkanine pri aksijalnom opterećenju Influence of weave types to strain potential energy of fabric subjected to axial load .....	186
Ana RABUZIN & Slavica BOGOVIĆ Konstrukcija kombinezona za zaštitu od kemijskih sredstava Construction of one-piece suits for protection against chemical agents .....	192
Dominik BRANDIBUR; Paulina JAZVIĆ; Renata HRŽENJAK & Koraljka KOVAČ DUGANDŽIĆ Osobni identitet i masovni mediji kao inspiracija za modnu kolekciju Personal identity and mass media as inspiration for fashion design collection .....	199
Zenun SKENDERI; Goran IVEKOVIĆ & Dragana KOPITAR Utjecaj tehnike pređenja na fizikalno-mehaničke karakteristike pređe iz mikromodalnih vlakana Impact of spinning technique on physical-mechanical yarn characteristics from micromodal fibers .....	205
Valentina VIZEC; Snježana FIRŠT ROGALE & Dubravko ROGALE Utjecaj uzorka tkanine na vrijeme šivanja specifičnih tehnoloških operacija muškog sakoa Influence of fabric pattern on the sewing time of the specific technological sewing operation of men's jacket .....	211

Bosiljka ŠARAVANJA; Anica HURSA ŠAJATOVIĆ & Dora MARGETIĆ Tehnološki proces dorade muških hlača u tt. Varteks d.d. The technological finishing process of men's trousers in Varteks textile company .....	215
Bosiljka ŠARAVANJA; Darko UJEVIĆ & Antonija ČULINA Tehnološke operacije šivanja muške majice „Sailor Tom“ The technological sewing operation a men's t-shirts „Sailor Tom“ .....	221
Marina OREŠKOVIĆ FUMIĆ; Slavenka PETRAK & Nataša SEKULIĆ Oblikovanje inovativnog ortopedskog modela obuće namjenjenog za lakše obuvanje kod nošenja ortoze Molding of innovative orthopedic footwear model intended for easier putting while wearing orthosis .....	228
Ivana ŠPELIĆ & Tajana GOTAL Improving the footwear production process with it infrastructure – Ivančica ltd., Company case study .....	234
Željko KNEZIĆ; Željko PENAVALA, Ana KNEZIĆ & Agata KNEZIĆ Ručno tradicijsko tkanje tkanine za nošnje u sunjskoj Posavini Manual traditional weaving of fabric for costumes in sunjska Posavina .....	239
Andrea PAVETIĆ Od kreiranja uzoraka za tekstil do realizacije proizvoda u okviru nastavnog procesa From creating textile patterns to the realization of textile products in the framework of a teaching process .....	245

---

#### **RADIONICE / WORKSHOPS:**

---

Od različitog tipa tijela do različitog tipa odijela .....	252
Izrada čarapa i termofiziološka svojstva plošnih proizvoda i obuće.....	253

---

#### **IZLOŽBA / EXHIBITION:**

---

“a shoe” Anita ZANOTTI ŠTULEC .....	255
“Bags by Kristina” Kristina FAZINIĆ .....	256
„Bauerfeind“ .....	257
“Bubaba” APOLLO HR d.o.o. ....	259
“Froddo” IVANČICA d.d. ....	260
“GALEB” d.d. ....	261
“GALKO” d.o.o. ....	262
“MOIRA” .....	263
“ODJEĆA” d.o.o. ....	264
“SPLENDOR Tekstil” d.o.o. ....	265
“STRUČNI STUDIJ U VARAŽDINU“ .....	266



“ŠKOLA ZA MODU I DIZAJN” Zagreb .....	267
“TEKSTILNA TVORNICA TRGOVIŠĆE” d.o.o. ....	268



---

**PLENARNO PREDAVANJE**

---

**PLENARY LECTURE**



## ODRŽIVOST, UGLJIČNI OTISAK KOŽE

Jakov BULJAN

UNIDO konzultant za kožnu industriju  
(u suradnji s TTF-om)

### Sažetak

Možda je još uvijek najbolja definicija **održivosti** predložena u izvješću UN Brundtland Commission (1987.): *Održiv razvoj je onaj razvoj koji zadovoljava naše sadašnje potrebe ne umanjujući mogućnost budućim generacijama da i oni zadovolje svoje.*

Predloženi su različiti indeksi, primjerice *Indeks održivog razvoja*, (SDI), *Indeks održivosti okoliša* (ESI), *Indeks učinkovitosti zaštite okoliša - državne mjere* (EPI), IPAT jednadžba:

$$\text{Human Impact (I)} = \text{Population (P)} \times \text{Affluence (A)} \times \text{Technology (T)}$$

gdje je: *A = potrošnja po glavi stanovnika,*  
*T = utjecaj na okoliš po jedinici potrošnje*

Ipak, zasad još uvijek ne postoji globalno prihvaćeni sustav ili jedinica mjere kojom bi se mjerio čovjekov utjecaj na okoliš. Kao opća načela najbolje je slijediti kriterije koje je predložio H. E. Daly:

- *Obnovljivi resursi se ne smiju koristiti bržim tempom no što se regeneriraju.*
- *Neobnovljivi resursi se ne smiju koristiti bržim tempom no što im se nalazi zamjena obnovljivim.*
- *Zagađenja i otpad se ne smiju ispuštati bržim tempom no što je sposobnost okoliša da ih apsorbira, reciklira ili učini bezopasnim.*

Radi boljeg razumijevanja, prije prelaska na specifične aspekte na području kože, potrebno je bolje se upoznati s temeljnim pojmovima i definicijama koje se odnose na ugljični otisak a sukladno *ISO/TS DIS 14067:2013: Ugljični otisak*, CF (*Ponderirani zbroj emisija i uklonjenih stakleničkih plinova procesa, sustava procesa ili sustava voda izražen u ekvivalentima CO<sub>2</sub>*), Ugljični otisak proizvoda, PCF, Pravila za grupe (kategorije) proizvoda (PCR), Procjena životnog ciklusa (LCA), primarni i sekundarni podaci itd.

Važno je upozoriti da ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>) nije jedini staklenički plin, GHG (dapače, ima ih dosta), a vodena para - oblaci čak imaju i jači staklenički efekt!

Temeljna mjerna jedinica je **Ekvivalent ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>e)** koja služi za usporedbu zračenja nekog stakleničkog plina u odnosu na ugljični dioksid.

Stupanjem na snagu odredbi European Standard EN 16887:2017, Ekološki otisak - Pravila za kategorizaciju proizvoda (PCR) - Ugljični otisci (EN 16887:2017), u rujnu 2017. završena je (barem zasada!) žustra rasprava o računanju ugljičnog otiska u proizvodnji kože.

Prema njima granice sustava (*system boundaries*) za izračun PCF-a počinju nakon skidanja kože u klaonici (flaying), a završavaju na izlaznim vratima kožare. Drugim riječima, posve razumljivo, one uključuju prečišćavanje otpadnih voda i upravljanje nusproizvodima i otpadom, transport, energiju, kemikalije itd., ali se nisu obistinila strahovanja da bi jedan dio otiska iz proizvodnji mesa i mlijeka (farming) mogao teretiti preradu kože. Ove odredbe također propisuju načine računanja alokacija među proizvodima i nusproizvodima (težinski odnosi) te među proizvodima i ko-proizvodima (npr. cjepanik). Temeljna jedinica na koju se obračunava ugljični otisak kože je 1 m<sup>2</sup> odnosno 1 kg (đonska koža).

Sviđalo se to nama ili ne, vrlo je vjerojatno da će globalno rasti pritisak za smanjivanje ugljičnog otiska i da je samo pitanje vremena kad će se on morati deklarirati na etiketi - pakiranju svakog proizvoda slično kao što se danas čini s energetskim vrijednostima prehrambenih proizvoda. Naša industrija se na to mora na vrijeme adekvatno pripremiti.

## SUSTAINABILITY, LEATHER CARBON FOOTPRINT

Jakov BULJAN

UNIDO consultant for leather industry  
(in cooperation with TTF)

### **Abstract**

Perhaps it is still the best definition of **sustainability** proposed in the UN Brundtland Commission (1987) report: *Sustainable development is the development that meets our current needs without minimizing the ability for future generations to satisfy their own.*

Different indices are proposed, such as the *Sustainable Development Index (SDI)*, the *Environmental Sustainability Index (ESI)*, the *Environmental Impact Index – state measures (EPI)*, IPAT Equation:

$$\text{Human Impact (I)} = \text{Population (P)} \times \text{Affluence (A)} \times \text{Technology (T)}$$

Where: *A = Consumption per Capita*

*T = environmental impact per unit of consumption*

Yet, there is still no globally accepted system or unit of measure to measure human impact on the environment. As general principles it is best to follow the criteria proposed by H. E. Daly:

- *Renewable resources should not be used at a faster tempo than regenerating.*
- *The non-renewable resources cannot be used faster than the replacement is available*
- *Pollution and waste should not be released at a faster than the ability of the environment to absorb, recycle or render harmless.*

For a better understanding, prior to the transition to specific aspects of the leather, it is necessary to get acquainted with the core concepts and definitions relating to carbon footprint and in accordance with ISO/TS 1408:2013: Carbon footprint, CF (*Weighted Emission and Removed Greenhouse gases, process systems or water systems expressed in CO<sub>2</sub> equivalents*), Carbon Product Footprint, PCF, Product Group Policy (PCR), Life Cycle Assessment (LCA), Primary and Secondary Data, etc.

It is important to warn that carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) is not the only greenhouse gas, GHG (in fact, there are many), and water vapour clouds even have a stronger greenhouse effect!

The basic unit of measurement is **Carbon Equivalent (CO<sub>2</sub>e)**, which is used to compare the radiation of a greenhouse gas with respect to carbon dioxide.

By the entry into force of the provisions of European Standard EN 16887:2017, Environmental Characteristics - Product Classification Rules (PCR) - Carbon Injections (EN 16887:2017), in September 2017, the discussion on calculation of carbon footprint in leather production is finished (at least for the time being).

According to them, the system boundaries for PCF calculation begin after skinning of the leather in the butchery and end at the exit door of the tannery. In other words, quite understandable, they include wastewater purification and the management of by-products and waste, transport, energy, chemicals, etc., but there was no fears that some of the fingerprints from the production of meat and milk could be responsible for the processing of the leather. These provisions also provide for calculation of allocation of products and by-products (weight ratios) and between products and co-products. The basic unit to which carbon footprint is calculated is 1 m<sup>2</sup> or 1 kg (sole leather).

Whether we liked it or not, it is very likely that the pressure to reduce the carbon footprint will grow globally and that it is only a matter of time when it will have to be declared on the label - packing every product as it does today with the energy values of food products. Our industry must adequately prepare it on time.



---

**POZVANA PREDAVANJA**

---

**INVITED LECTURES**

## PREDSTAVLJANJE PROJEKTA "ZAGREB CRAFTS"

Mirza ŠABIĆ

Predsjednik Obrtničke komore Zagreb

### Sažetak

Obrtnička komora Zagreb sudjeluje u projektu Biznis akademija, platforma za edukaciju obrtnika i poduzetnika o digitalizaciji poslovanja čiji je idejni začetnik i inicijator Tele2. Cilj projekta je educirati obrtnike i mikro poduzetnike o digitalizaciji poslovanja kako bi se stvorila i razvila nova, održiva ekonomska vrijednost u društvu, a i zalaganje za pružanje besplatne konzultantske pomoći za obrtnike prilikom apliciranja za EU projekte.

Projekt *Zagreb Crafts* je dvojezična digitalna platforma koja promovira tradicijske i umjetničke obrte grada Zagreba. Nastala je u suradnji Grada Zagreba, Obrtničke komore Zagreb i glasila 24sata, te trenutno okuplja 65 obrta. Zagreb Crafts na objedinjeni način predstavlja najizvršnije tradicijske obrte Zagreba. Od lansiranja u svibnju 2017. do danas portal je ostvario više od 230.000 posjeta od strane 20.450 jedinstvenih posjetitelja koji su ukupno pročitali 85.825 pod-stranica.

Pored toga, Zagreb Crafts ima nekoliko izuzetno dobrih pokazatelja: tzv. bounce rate tj. udio korisnika koji su napustili platformu čim su je otvorili iznosi samo 5,27% (to je doista rijetkost kod novih, a naročito specijaliziranih portala jer bounce rate zna iznositi i do 80%). Dobna struktura posjetitelja sastoji se od oko 75% posjetitelja koji su u dobi od 25 do 54 godine (što se smatra komercijalno najatraktivnijim targetom).

### Unutar projekta *Zagreb Crafts* realizirano je tijekom 2017.:

- 70 obrađenih umjetničkih i tradicijskih obrta sa zagrebačkog područja
- 68 objavljenih pod-stranica na hrvatskom i engleskom jeziku opremljene recenzijom, fotografijom i dvojezičnim videom te svim kontakt podacima
- Kreirane e-mail adrese za sve uključene obrtnike na domeni ZagrebCrafts.hr
- Kreirana interaktivna mapa s točnim lokacijama uključenih obrta
- Isproducirano više od 45 aktualnih članaka na temu obrtništva i obrtnika za rubriku „novosti“
- Kreiran je You Tube kanal ZagrebCrafts s uploadanim videima obrtnika
- Pokrenut je on-line katalog obrtničkih proizvoda preko kojeg je moguće slati upite i naručiti proizvode
- Zaprimljeno više od stotinu online upita
- Realizirane prve narudžbe i ostvarene prodaje.

Prijedlog za 2018.: daljnja promocija Projekta putem Facebooka i Instagrama, koja sigurno doprinosi i u promociji grada Zagreba, ujedno i Republike Hrvatske kao turističke destinacije.



- Formiranje FB fan pagea Zagreb Crafts
- Nastavak oglašavanja na online platformama 24sata.hr (nacionalno)
- Start social kampanje (Facebook) – oglašavanje prema stranim turistima
- Uvrštavanje dodatnih 70 tradicijskih i umjetničkih obrta s područja Zagreba i županije – foto, video, tekst - dvojezično
- Dopune i ažuriranje asortimana u online katalogu (dvojezično)
- FB promocija, oglašavanje u Styria digital One (Austrija)
- Dodatne aktivacije: Obrtnička shopping zona (kuponi za povoljniju kupnju) 1 x kvartalno

Ciljna skupina: strani turisti

- Informiranje stranih turista u Zagrebu o centralnom online mjestu za proizvode umjetničkih i tradicijskih obrta ZagrebCrafts.hr
- Promocija obrtničkih proizvoda u svojstvu suveniru
- Promocija tradicijske baštine
- Promocija mogućnosti online naručivanja putem platforme ZagrebCrafts.hr



## “ZAGREB CRAFTS” PROJECT

Mirza ŠABIĆ

President of the Zagreb Chamber of Trades and Crafts

### **Abstract**

The Zagreb Chamber of Trades and Crafts participates in the Business Academy project, a training platform for craftsmen and entrepreneurs on digitalisation of business whose conceptual initiator is Tele2. The aim of the project is to educate craftsmen and micro entrepreneurs about business digitization to create and develop a new, sustainable economic value in society, as well as advocacy for providing free consultancy assistance to craftsmen when applying for EU projects.

The Zagreb Crafts project is a bilingual digital platform that promotes the traditional and artistic crafts of the city of Zagreb. It was founded in co-operation, by the City of Zagreb with the Croatian Chamber of Trades and Crafts and the daily newspaper of "24 sata", currently gathering 65 trades. Zagreb Crafts project in a unique way represents the most exquisite traditional craft of Zagreb. Since the launch in May 2017, the portal has achieved more than 230,000 visits by 20,450 unique visitors, who read it in total 85,825 sub-pages.

In addition, Zagreb Crafts project has several exceptionally good indicators: so-called. Firstly, the bounce rate of users who left the platform as soon as it was opened is only 5.27% (this is really rare for new and especially specialized portals because the bounce rate can be up to 80%). And secondly, the age structure of visitors consists of about 75% of visitors aged between 25 and 54 (which are considered the most commercially attractive target).

Within the Zagreb Crafts project during 2017 it was realized as follows:

- 70 processed artistic and traditional crafts from the Zagreb area
- 68 published sub-pages in Croatian and English, equipped with a review, photo and bilingual video and all contact information
- Created e-mail addresses for all involved craftsmen, at the ZagrebCrafts.hr domain
- Created interactive map with exact locations of trades involved
- More than 45 articles on crafts and tradesmen for the column "news" have been produced
- The You Tube channel for ZagrebCrafts was created with uploaded crafts videos
- An on-line catalog of handicraft products was launched through which it is possible to send inquiries and order products
- More than one hundred online queries were received
- First orders were made for sales.

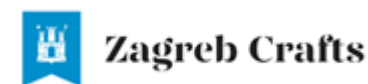
Proposal for 2018: further promotion of the Project through Facebook and Instagram, which certainly contributes to the promotion of the city of Zagreb, and at the same time the Republic of Croatia as a tourist destination.



- Formiranje FB fan pagea Zagreb Crafts
- Nastavak oglašavanja na online platformama 24sata.hr (nacionalno)
- Start social kampanje (Facebook) – oglašavanje prema stranim turistima
- Uvrštavanje dodatnih 70 tradicijskih i umjetničkih obrta s područja Zagreba i županije – foto, video, tekst - dvojezično
- Dopune i ažuriranje asortimana u online katalogu (dvojezično)
- FB promocija, oglašavanje u Styria digital One (Austrija)
- Dodatne aktivacije: Obrtnička shopping zona (kuponi za povoljniju kupnju) 1 x kvartalno

**Ciljna skupina: strani turisti**

- Informiranje stranih turista u Zagrebu o centralnom online mjestu za proizvode umjetničkih i tradicijskih obrta ZagrebCrafts.hr
- Promocija obrtničkih proizvoda u svojstvu suveniru
- Promocija tradicijske baštine
- Promocija mogućnosti online naručivanja putem platforme ZagrebCrafts.hr



## STANJE I PERSPEKTIVE U TEKSTILNOJ I KOŽARSKO-PRERAĐIVAČKOJ INDUSTRIJI

Jagoda DIVIĆ<sup>1</sup> i Branka PRIŠLIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Udruženje tekstilne i odjevne industrije Hrvatske gospodarske komore

<sup>2</sup>Udruženje kožarsko-prerađivačke industrije Hrvatske gospodarske komore

### Sažetak

Poslovna tajnica Udruženja tekstilne i odjevne industrije pri Hrvatskoj gospodarskoj komori, **Jagoda Divić**, istaknula je da se je broj zaposlenih u zadnjih desetak godina prepolovio u tekstilnoj i odjevnoj industriji u Hrvatskoj, ali se broj tvrtki nije znatno smanjivao. Štoviše, zadnjih godina broj tvrtki je rastao, a ukupni prihodi su u 2016. porasli za 13% u odnosu na godinu ranije. U odjevnoj industriji je prilično niska prosječna plaća, pa su tako plaće u toj industriji među najnižima u svim industrijama. Na savjetovanju je istaknuto kako je HGK provela istraživanje o stanju u tekstilnoj i odjevnoj, te kožarsko-prerađivačkoj industriji.

Prema dobivenim rezultatima je vidljivo kako u tekstilnoj industriji od ukupnog broja zaposlenih nezavršenu i završenu osnovnu školu ima 30,4% radnika, trogodišnju i četverogodišnju srednju školu 58%, a višu i visoku stručnu spremu 10% radnika. U odjevnoj industriji nezavršenu i završenu osnovnu školu od ukupnog broja zaposlenih ima 23,9% radnika, trogodišnju i četverogodišnju srednju školu 67%, a višu i visoku stručnu spremu 9% zaposlenih. Promatrajući izvoz i uvoz, ako se uspoređi 2016. sa 2015. godinom, navodi da je tijekom 2016., u tekstilnoj industriji zabilježen rast izvoza od 9,5%, a u odjevnoj industriji 2,7%. Međutim, u 2016. registriran je rast uvoza u tekstilnoj industriji od 2,8%, a u odjevnoj od 9,6%. Pregledom po županijama vidljivo je da po broju zaposlenih u tekstilnom i odjevnom sektoru, prednjače sjeverne županije, posebno Krapinsko-zagorska županija, Grad Zagreb, Varaždinska, Međimurska i Karlovačka županija.

Predstavljene su novosti u aktivnostima udruženja tekstilne i odjevne industrije Hrvatske gospodarske komore, posebno u osnivanju:

- ✓ Grupacije za Gospodarenje otpadom tekstilne i odjevne industrije (održan prvi sastanak),
- ✓ Grupacije tekstilnih modnih dizajnera,
- ✓ Grupacije radno-zaštitnog tekstila i odjeće.

Iznesene su smjernice sa konferencije o osobnoj i zaštitnoj opremi EURATEX (22. i 23. studenog 2017., Bruxelles):

- Potpuna digitalizacija dizajna i procesa razvoja proizvoda za veću brzinu, manje otpada zbog nepotrebnih fizičkih uzoraka, više prilagodbe i korisničke uključenosti,
- Automatizacija i digitalizacija proizvodnih i logističkih procesa radi povećanja produktivnosti, kvalitete, fleksibilnosti i smanjenja zaliha, otpada i vremena za slanje proizvoda na tržište,
- Digitalizacija proizvoda, dobavljača i korisničkih podataka za učinkovitiji tok informacija duž lanca vrijednosti, kako bi se omogućili pametni procesi i poslovni modeli temeljeni na (velikoj) analizi podataka i pružanja prilagođene usluge dodane vrijednosti kupcima i krajnjim korisnicima.

Tajnica Udruženja kožarsko-prerađivačke industrije pri Hrvatskoj gospodarskoj komori, **Branka Prišlić**, istaknula je kako je ta industrija najvećim dijelom koncentrirana u sjeverozapadnom dijelu Republike Hrvatske. Promatrajući prema broju tvrtki, njih 73 su registrirane za proizvodnju obuće, industriji koja raste u Hrvatskoj, ali se bilježe niske plaće. Izvoz je 2016. porastao za 1,5% u odnosu na 2015. u tim industrijama, dok je uvoz bio manji za 2,8%. Najviše se izvozi u susjedne zemlje regije, te Njemačku.

Promatrajući na globalnoj razini, istaknula je da je 87% proizvodnje obuće smješteno u Aziji, dok na europski prostor zasad otpada svega 4% proizvodnje. Europa je najveći uvoznik obuće sa 36%, a na drugom mjestu nalaze se Azija i Sjeverna Amerika. Kod svjetskog pregleda uvoza obuće, naznake su pada uvoza u Europu. Prosječna cijena uvoza obuće varira od 7,39 USD u Aziji do 12,77 USD u Europi. To znači da se s azijskog tržišta izvozi jeftinija, dok se na isto to tržište uvozi skuplja obuća. Azija je također najveći izvoznik kožarsko-prerađivačkih proizvoda sa 83,9%, pri čemu prosječna cijena izvoza tih proizvoda iz Azije iznosi 6,45 USD, a iz Europe 23 USD.



**Izazovi budućnosti sektora:**

- Usmjerenost na nove tehnologije, razvoj i istraživanje-povezanost sa znanstvenim ustanovama i sektorska povezanost na razini EU
- Novi materijali
- Automatizacija i digitalizacija proizvodnje
- Internacionalizacija proizvoda
- Podizanje razine znanja u industriji
- Međusektorska suradnja
- Usmjerenost na nove generacije potrošača.

## STATE AND PERSPECTIVES IN TEXTILE AND LEATHER - MANUFACTURING INDUSTRY

Jagoda DIVIĆ<sup>1</sup> i Branka PRIŠLIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Textile and Clothing Industries Association of the Croatian Chamber of Economy

<sup>2</sup>Leather Processing Industry Association of the Croatian Chamber of Economy

### **Abstract**

Business secretary of the Textile and Clothing Industries Association of the Croatian Chamber of Economy (CCE), Jagoda Divić, pointed out that the number of employees over the last decade has been halved in the textile and clothing industry in Croatia, but the number of companies has not decreased considerably. Moreover, in recent years the number of companies has been raised, and the total revenues in 2016 has increased by 13% over the previous year. The clothing industry has quite low average wages, which are among the lowest among all industries. At the congress, it was emphasized that the CCE conducted research on the state of the art of textile and garment industry as well as the leather processing industry state.

According to the results obtained, it is evident that in the textile industry of the total number of employees, the uncompleted and completed elementary school has 30.4% of workers, three-year and four-year high school 58%, and college or higher qualification only 10% of workers. In the clothing industry, of the total number of employees, the uncompleted and completed elementary school has 23.9% of workers, three-year and four-year high school has 67%, and college or higher education has 9% of employees. As far as the state of exports and imports is concerned, if 2016 is compared to 2015, it is stated that in the textile industry, during the 2016 exports increased by 9.5% and in the clothing industry by 2.7%. However, in 2016, the growth of imports in the textile industry was 2.8% and in clothing industry of 9.6%. Analyzing the research by counties, it is evident, that the number of employees in the textile and clothing sectors is predominant in the northern counties, especially the Krapina-Zagorje County, the City of Zagreb, Varaždin, Medjmurje and Karlovac County.

Also, at the congress were presented novelties in the activities of the Textile and Garment Industry Association of the Croatian Chamber of Economy, in particular on the establishment of:

- ✓ Interest Group of Waste Management for Textile and Garment Industry (first meeting has already been held),
- ✓ Interest Groups of Fashion Designers,
- ✓ Working and Protective Textile and Clothes Interest Groups.

At the congress were presented guidelines from the EURATEX personal and protective equipment (PPE) conference held on 22nd and 23rd November 2017 in Brussels:

- Full digitalisation of the design and product development process for greater speed, less waste through unnecessary physical samples, more customisation and user involvements
- Automation and digitalisation of production and logistics processes to increase productivity, quality, flexibility and decrease stocks, waste and time to market
- Digitise products, supplier and customer data for more efficient information flow along the value chain, to enable smart processes and business models based on (big) data analysis and to provide more customised added value services to customers and end users.

The Secretary of the Leather Processing Industry Association of the Croatian Chamber of Economy Branka Prišlić, pointed out that this industry was largely concentrated in the northwestern part of the Republic of Croatia. Looking at the state of the footwear industry according to the number of companies, 73 companies are registered for footwear production, which number shows that this is an industry that is growing in Croatia. However, low salaries are recorded. Exports in 2016 were increased by 1.5% in compare with 2015, while imports were down by 2.8% in footwear industry. Most goods are exported to neighboring countries of the region and Germany. Looking at the global level, the Secretary pointed out that 87% of footwear production was located in Asia, while Europe currently produces only 4% of global production. Europe is the largest importer of footwear with 36% share, and on the second place are Asia and North America. A review of the state of the world's largest footwear importer shows a fall in imports into Europe. The average import price of footwear varies from \$ 7.39 in Asia to \$ 12.77 in Europe. This means that the Asian market exports cheaper



footwear while at the same time import more expensive footwear. Asia is also the largest exporter of leather-processing products with 83.9% share while the average export price of these products from Asia being 6.45 USD, and from Europe 23 USD.

**Future Challenges for the Footwear Sector:**

- Focus should be on new technologies, development and research - connectivity with scientific institutions and sectoral connectivity at EU level
- New materials
- Automation and digitization of production
- Internationalization of products
- Raising the level of knowledge in the industry
- Cross-sectoral cooperation
- Focus should be on new generations of consumers.

## IZRADA MJERILA ZA KOŽU ZA ZNAK ZAŠTITE OKOLIŠA „PRIJATELJ OKOLIŠA“

Branka PIVČEVIĆ NOVAK<sup>1</sup>; Sanja ERCEGOVIĆ RAŽIĆ<sup>2</sup> & Jadranka AKALOVIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ministarstvo zaštite okoliša i energetike

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

### Sažetak

U okviru projekta *Izrada mjerila za znak zaštite okoliša Prijatelj okoliša za skupinu proizvoda „koža“*, naručitelja Ministarstva zaštite okoliša i energetike Republike Hrvatske, u svrhu ostvarivanja specifičnih rezultata projekta, provedena je analiza među hrvatskim proizvođačima kože i skupine proizvoda od kože, o interesu proizvođača, prema nacionalnom znaku okoliša *Prijatelj okoliša* na području Hrvatske. Može se zaključiti da su proizvođači kože, proizvođači kožne galanterije i obučeni zainteresirani za ekološka pitanja i proizvodnju koja bi bila u skladu s ekološkim zahtjevima u pogledu zaštite okoliša samim time i stvaranja dodane vrijednosti za što bolji plasman njihovih proizvoda na tržištu, ali su isto tako suočeni s realnim problemima i okolnostima koje ih u tome sprečavaju. U sažetku rada su navedeni primarni ciljevi mjerila za dodjelu znaka i prijedlog mjerila, te je prikazan izgled i opis nacionalnog znaka zaštite okoliša, propisan Pravilnikom o znaku zaštite okoliša 'Prijatelj okoliša' (NN 91/2016).

Mjerila su stručni i znanstveni pokazatelji učinka proizvoda i usluga na okoliš tijekom životnog ciklusa temeljem kojih se pojedini proizvod razlikuje od drugih proizvoda na tržištu iz iste skupine proizvoda u smislu njegovog manjeg opterećenja na okoliš. Podliježu postupku provjere i revizije u svrhu praćenja razvoja tehnologije i inovacija. Definiraju se za svaku skupinu proizvoda koja obuhvaćaju najznačajniji okolišni otisak proizvoda tijekom životnog ciklusa, od iscrpljivanja sirovine, preko proizvodnje, pa sve do faze otpada (oporaba/reciklaža/odlaganje).

U svim tim koracima, mogu uključivati pokazatelje zaštite okoliša vezano za emisiju u zrak, vodu i tlo, energetska učinkovitost, gospodarenje otpadom, biološku raznolikost, upravljanje prirodnim dobrima, zaštitu ozonskog sloja, buku, upravljanje tvrtkom i druge pokazatelje potencijalnih pritisaka na okoliš. Donose se za određeno razdoblje (najduže 5 godina).

### Ciljevi mjerila za dodjelu znaka zaštite okoliša za kožu

Primarni ciljevi su:

- Smanjenje štetnih emisija u otpadnim vodama
- Smanjen sadržaj štetnih tvari u gotovoj koži
- Gospodarenje otpadom
- Društveno odgovorno poslovanje
- Smanjenje onečišćenja okoliša uporabom energije iz obnovljivih izvora.

### Prijedlog Mjerila - za kožu

1. Sirova koža - podrijetlo i konzerviranje
2. Obrada sirove kože - proces prerade kože (s naglaskom na emisije)
3. Opasne tvari u obrađenoj (gotovoj) koži
4. Ograničene tvari (RSL) u obrađenoj (gotovoj) koži
5. Kruti otpad nastao tijekom obrade kože
6. Društveno odgovorno poslovanje s obzirom na radne uvjete
7. Energija

Procjena i verifikacija: Detaljni zahtjevi u pogledu procjene i verifikacije navedeni su za svako mjerilo.

### Izgled znaka *Prijatelj okoliša*

Izgled znaka propisan je pravilnikom o znaku zaštite okoliša 'Prijatelj okoliša' (NN 91/2016) i sastoji se od dvije koncentrične kružnice sa stiliziranim prikazom ptice i ribe. U prostoru između kružnica, u gornjoj polovici, ispisana je poruka - PRIJATELJ OKOLIŠA. U prostoru između kružnica, u donjoj polovici kružnica navodi se

razlog dodjele te je za skupinu proizvoda koža predložen tekst „prirodno i pouzdano“ ili „prirodno i provjereno“ ili „sigurno i provjereno“ .



**Slika 1: Grafički prikaz znaka „Prijatelj okoliša“**

Povjerenstvo za dodjelu znaka zaštite okoliša daje mišljenje o opravdanosti izrade mjerila i o prijedlozima mjerila, predlaže provjeru mjerila, daje stručnu ocjenu o udovoljavanju proizvoda mjerilima i predlaže Ministarstvu zaštite okoliša i energetike dodjelu znaka Prijatelj okoliša.

Postupak dodjele nacionalnog znaka *Prijatelj okoliša* temelji se na neovisnoj verifikaciji od strane treće strane (ovlašteni instituti, akreditirani laboratoriji i sl.). Znak pripada Tipu I eko-oznaka i deklaracija prema međunarodnoj normi EN ISO 14024:2000, (hrvatska norma, HRN EN ISO 14024:2008 - Označivanje povezano s okolišem Tipa I) što ga izdvaja iz sve veće skupine raznih privatnih eko-oznaka i samodeklaracija.

Mjerila za kožu trebaju proći javnu raspravu nakon čega se finaliziraju i objavljuju na korištenje. Proizvođači koji udovoljavaju ovim mjerilima ako to žele mogu dobiti znak Prijatelj okoliša što im može pomoći u komunikaciji s potrošačima (B2C) i s poslovnim sektorom (C2C).

## CRITERIA FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION LABEL „ENVIRONMENTALLY FRIENDLY“ FOR LEATHER

Branka PIVČEVIĆ NOVAK<sup>1</sup>; Sanja ERCEGOVIĆ RAŽIĆ<sup>2</sup> & Jadranka AKALOVIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ministry of Environment and Energy

<sup>2</sup>University of Zagreb Faculty of Textile Tehnology

### **Abstract**

Within the framework of the project *Criteria for environmental environmental label protection Environmentally Friendly for „leather“*, the contracting authority of the Ministry of Environment and Energy of the Republic of Croatia, with purpose of achieving specific project results, an analysis among Croatian leather manufacturers and leather product, according to the national environmental label *Environmentally Friendly* in Croatia was carried out. It can be concluded that leather manufacturers, leather products and footwear manufacturers are interested in environmental issues and production that would be in harmony with environmental requirements and thus create value added for better placement of their products on the market, but they are also aware of the real problems and circumstances that prevent them. In the summary of the paper presents the primary criteria and the proposed benchmarks, and displays the appearance and description of the national environmental label, prescribed by the Regulations on the Environmental Label 'Environmentally Friendly' (NN 91/2016).

Criteria are professional and scientific indicators of products and services which, in comparison with equivalent products or services, have a reduced environmental impact throughout their life-cycle and thereby contribute to more efficient use of environmental components and a high level of environmental protection. They are subjected to verification and auditing procedures for the purpose of monitoring technology development and eco-innovation. They are defined for each product group that includes the most important product environmental footprint during their life-cycle, from exhaustion of raw materials through production to the waste phase (recovery / recycling / disposal). In all these steps, may include environmental performance indicators related to emissions to air, water and soil, energy efficiency, waste management, biodiversity, management of natural resources, protection of the ozone layer, noise, corporate governance and other indicators of potential environmental impacts. They are awarded for a specific period (maximum 5 years).

### ***The aims of the criteria for the award of environmental protection label for leather***

The primary objectives are:

- Reduction of harmful emissions in wastewater
- Reduced content of harmful substances in the finished leather
- Waste management
- Socially responsible business
- Reducing environmental pollution by using renewable energy sources.

### ***Criteria for finished leather:***

1. Raw leather - origin and preservation
2. Processing of raw leather - leather processing (with emphasis on emissions)
3. Dangerous substances in processed (finished) leather
4. Restricted Substances List (RSL) in finished leather
5. Solid waste generated during the leather processes
6. Socially responsible business with respect to working conditions
7. Energy.

**Assessment and verification:** Detailed requirements regarding evaluation and verification are listed for each criteria.

### **Visual identity of the label *Environmentally Friendly***

The appearance of the label prescribed by the Regulations on the Environmental Label '*Environmentally Friendly*' (NN 91/2016) and consists of two concentric circles with a stylized representation of birds and fish.

In the space between the circles, in the upper half, a message was printed - ENVIRONMENTALLY FRIENDLY. In the space between the circle, the lower half of the circle indicates the reason for the award, and the text "naturally and reliably" or "naturally and verified" or "safety and verified" is proposed for the leather products.



**Figure 1: Graphically display of label „Environmentally Friendly“**

Commission for awarding the Environmental Label gives an opinion of the justifiability of criteria preparations and proposed criteria, propose verification of criteria, provide expert assessment of compliance with product criteria and finally propose to the Ministry of Environment and Energy award of Environmentally Friendly.

Since the awarding procedure for the Environmentally Friendly label is based on independent verification by third parties (authorised institutes, accredited laboratories, etc.), it belongs to Type I environmental labels and declarations in line with the definition of the international standard for classification of environmental labels EN ISO 14024:2000 (croatian standard, HRN EN ISO 14024:2008), which separates it from the ever increasing group of various private eco-labels and self-declarations.

Criteria for the leather should be presented for public discussion after which they will be finalized and published for use. Manufacturers of leather who meet these criteria, could obtain the label "Environmentally Friendly" for better communications with consumers (B2C) and business sector (C2C).

## MJERE ZA MLADE I ZAPOŠLJAVANJE

Ministar Marko PAVIĆ

Ministarstvo rada i mirovinskoga sustava Republike Hrvatske

### **Sažetak**

U svom izlaganju Ministar rada i mirovinskoga sustava Republike Hrvatske mr.sc. Marko Pavić govorio je o mogućnostima zapošljavanja u tekstilnoj industriji i o suradnji sveučilišta (institucija) s gospodarskim sektorom.

Cilj ove Vlade je "Otvaranje radnih mjesta veće dodane vrijednosti, podizanje plaća u ovim (tekstilnoj) industrijama te povezivanje gospodarstva i sveučilišta radi poticanja istraživanja i razvoja novih proizvoda, ciljevi su koje želi postići hrvatska Vlada", istaknuo je ministar rada i mirovinskoga sustava Marko Pavić govoreći o mjerama za mlade i zapošljavanju, na 11. znanstveno-stručnom savjetovanju „Tekstilna znanost i gospodarstvo“, koje je 24. siječnja održano na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu.

Istaknuo je konkretne mjere koje je Vlada Republike Hrvatske ostvarila u području gospodarstva, time i u sektoru tekstilne industrije, a to je povećanje minimalne plaće od dva puta po 5%, što je više nego prethodnih godina. Naglasio je da svjestan činjenice da tekstilna industrija spada u industrije s velikim brojem radnika s minimalnom plaćom ili plaćom nešto višom od minimalne plaće. Upravo iz toga razloga Vlada je predložila sustav mjera potpora po uzoru na susjednu Italiju, ali i Španjolsku kako bi se izbjeglo potencijalno otpuštanje radnika s obzirom na navedeno povećanje plaća.

Upoznat je s radom Fakulteta posebno u području sensorike i razvoja novih tehnologija koje se primjenjuje za područje tekstilne industrije, za koje smatra da će doprinijeti visokom obrazovanju u Republici Hrvatskoj, ali i razvoju tekstilnog sektora u stvaranju proizvoda više dodane vrijednosti. Naglasak je na razvoju realnog sektora koji bi se trebali odmaknuti od masovne proizvodnje i doprinijeti stvaranju određenog brenda, time i boljoj prepoznatljivosti proizvoda na tržištu.

Vlada kroz paket mjera „Od mjere do karijere“ i jačanjem pripravništva želi ojačati privatni sektor, te je istaknuo da je od 01. siječnja 2018. moguće ostvariti 50% od ukupnog troška plaće od strane Države za tržišno natjecanje i za pripravništvo (za prvu godinu), a što je vrlo važno za studente koji će se u skorom periodu naći na tržištu rada.

Po završetku pozdravnog govora, Ministar je ponovno pozdravio sve prisutne, i zahvalio na pozivu te ukazao na važnost održavanja ovakvih znanstveno-stručnih savjetovanja na kojima se povezuje gospodarski sektor s visoko obrazovnim institucijama, pri čemu Vlada RH pomaže kroz sustav potpora, u vidu zakonodavnih okvira, poticaja ali i u okviru programa Europskog socijalnog fonda kojim se potiču i financiraju ovakve suradnje kroz njegove potprograme, kao što su i dodijeljene STEM stipendije (17.000 stipendija) u tehničkom području od strane raspisanog natječaja Ministarstva znanosti i obrazovanja, stvaranje centara izvrsnosti i sl.

## MEASURES FOR YOUTH AND EMPLOYMENT

Minister Marko PAVIĆ

Ministry of Labor and Pension System of the Republic of Croatia

### **Abstract**

In his presentation, Minister of Labor and Pension System of the Republic of Croatia M. Sc. Marko Pavić talked about employment opportunities in the textile industry and the cooperation of universities (institutions) with the economic sector.

The aim of the Government is "Job creation of higher added value, raising of salaries in the (textile) industries and connecting industry and universities in order to encourage research and development of new products. „The objectives are to be achieved by Croatian Government," said Minister of Labor and Pension System, M.Sc. Marko Pavić speaking about measures for youth and better employment, at the 11<sup>th</sup> Scientific and Professional Symposium "Textile Science and Economy", which was held on 24 January at the University of Zagreb Faculty of Textile Technology.

He underlined the concrete measures that the Croatian Government has made in the economy, including textile industry sector, such as an increase of the minimum salary for 5% two times, which was certainly more than in the previous years. He emphasized the fact that the textile industry belongs to the industry with a large number of employees with a salary slightly higher than the minimum ones. For that reason, the Croatian Government has proposed a system of support as other countries did (Italy, but also Spain), in order to avoid potentially layoff of the employees with respect to the increasing of minimum salary.

He is familiar with the activities at the Faculty especially in the sensors area and development of new technologies applied in the textile industry, which will contribute to higher education in the Republic of Croatia as well as the developing of the textile sector with creating of more value added products. The emphasis is on the development of the real sector and moving away from the mass production and contributing to the creation of a certain brand, and thus better recognition of textile products on the market.

The Government through a package of measures "From measure to career" and strengthening of traineeships contribute the strengthen of the private sector, and pointed out that from 1 January 2018 the employers could achieved 50% of the total cost of State salaries, for market competition and traineeships (for the first year ), and that is especially important for students who will be found in the labor market in the near future.

At the end of the, the Minister is once again welcomed everyone and thanked for the invitation, and pointed out the importance of organizing such scientific-professional symposiums with purpose of connecting the economic sector and higher education. The Government of the Republic Croatia assisted through the support system, in the form of legislative frameworks, as well as within the framework of the European Social Fund which encourages and finances such co-operations through its subcommittees, such as the award of STEM scholarships (17,000 scholarships) in the technical area by the tender of the Ministry of Science and Education, the creating of centers of excellence, etc.

## MOGUĆNOSTI FINANCIRANJA MALOG I SREDNJEG PODUZETNIŠTVA

Vjeran VRBANEC

Predsjednik Uprave HAMAG-BICRO

### **Sažetak**

Kao jedna od najvažnijih institucija za poduzetnike u provedbi ESIF fondova, Hrvatska agencija za malo gospodarstvo, inovacije i investicije (HAMAG-BICRO) podupire jačanje konkurentnosti malog i srednjeg poduzetništva kroz financiranje njihovog poslovanja i razvoja izdavanjem jamstava za odobrene kredite, dodjelom bespovratnih sredstava, mikro kreditiranjem, te poticanjem investicija, a također i pružanjem financijske potpore inovativnim i tehnološki usmjerenim tvrtkama u Republici Hrvatskoj kroz inovacijske programe.

Temeljem navedenog, trenutno je u provedbi preko 1.684 potpisanih ugovora, ugovorenog iznosa bespovratnih potpora više od 1.953.563.852 HRK, ukupne vrijednosti projekata 5.127.174.822 HRK, s ukupnim brojem novozaposlenih više od 8.325. Isto tako, sukladno javno dostupnom Indikativnom godišnjem planu Poziva za dostavu projektnih prijedloga (PDP) sufinanciranih iz OPKK 2014.-2020. za 2018. godinu, u pripremi je sedam novih poziva, koji će uskoro biti objavljeni na [www.strukturnifondovi.hr](http://www.strukturnifondovi.hr) i [www.hamagbicro.hr](http://www.hamagbicro.hr)

Od otvaranja programa ESIF Mikro i Malih zajmova 1.10.2016. do 23.1.2018. godine odobreno je ukupno 699 Mikro i Malih zajmova (svi programi zajedno) u iznosu od 194.617.645,05 HRK. Ukupna vrijednost projekata (iznos investicija) uz navedene odobrene zajmove iznosi 218.999.674,18 HRK. Analizom rezultata realiziranih Financijskih instrumenata, uvidjeli smo da je jako mali broj prijavitelja iz sektora TKO. Od navedenih 699 odobrenih Mikro i Malih zajmova, u sektoru Tekstilne industrije odobreno je tek 20 zajmova (2,86% od ukupnog broja odobrenih) u području tekstilne industrije, a čiji je iznos 4.393.775,54 HRK, odnosno 2,25% od ukupnog iznosa odobrenih zajmova. Investicije za odobrene zajmove u tekstilnoj industriji iznosile su 4.646.140,92 HRK odnosno 2,12% od svih investicija potaknutih kroz ovaj program.

Isto tako, od otvaranja programa odobreno je ukupno 65 ESIF Jamstava (svi programi zajedno) u iznosu od 261.511.521,25 HRK. Ukupna vrijednost projekata (iznos investicija) uz navedena odobrena jamstva iznosi 389.453.646,25 kuna. Od navedenih 65 odobrenih ESIF Jamstava u sektoru Tekstilne industrije odobrena su 2 jamstva (3,07% od ukupnog broja odobrenih) u području tekstilne industrije, u iznosu 14.224.000,00 HRK, odnosno 5,43% od ukupnog iznosa odobrenih jamstava. Investicije za odobrene kredite u tekstilnoj industriji iznosile su 18.236.000,00 HRK odnosno 4,48% od svih investicija potaknutih kroz ovaj program.

Osim bespovratnih sredstava, financijskih instrumenata, tu su i inovacijski programi EUREKA, Eurostars i B Light. EUREKA je međunarodna mreža za potporu tržišno usmjerenim projektima istraživanja i razvoja s maksimalnim intenzitetom potpore po projektu 150.000 EUR. Eurostars je namijenjen malim i srednjim tvrtkama (MSP) koje se bave istraživanjem i razvojem (R&D). Ukupna javna sredstva na raspolaganju u razdoblju 2014.-2020. iznose 1.148.000.000,000 € (75% zemlje eurostars programa + 25% EU). B Light je shema dodjele bespovratnih sredstava kojom se financira suradnja malih i srednje velikih tvrtki u pograničnom području Mađarska-Hrvatska u sklopu Interreg V-A Programa prekogranične suradnje Mađarska-Hrvatska 2014.-2020. Poduzetnicima je na raspolaganju ukupno 7.600.000 € bespovratnih sredstava.



## FINANCING POSSIBILITY OF SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES

Vjeran VRBANEC

Chairman of the Board of HAMAG-BICRO

### **Abstract**

As one of the most important institutions for entrepreneurs in the implementation of ESIF funds, Croatian Agency for SMEs, Innovations and Investments (HAMAG-BICRO) supports the strengthening of the competitiveness of small and medium-sized enterprises through the financing of their business and development by issuing guarantees for approved loans, through the awarding grants and micro credits and with the promotion of investments, as well as by providing financial support to innovative and technology-focused companies in the Republic of Croatia through innovation programs.

Based on the above, it is currently implementing 1,684 signed contracts, the amount of contracted grants over HRK 1,953,563.852, the total value of projects HRK 5,127,174.822, with the total number of new employees more than 8,325. Likewise, in accordance with the public available indicative annual plan of Call for Proposals (PDPs) co-financed by OPC 2014-2020 for 2018, seven new calls are being prepared, which will soon be published on [www.strukturnifondovi.hr](http://www.strukturnifondovi.hr) and [www.hamagbicro.hr](http://www.hamagbicro.hr).

Since the launch of ESIF Micro and Small Loans Program from 1/10/2016 to 23/1/2018 a total of 699 Micro and Small Loans (all programs together) were approved in the amount of HRK 194.617.645.05. The total value of the projects (the amount of the investment) with the above approved loans is HRK 218.999.674.18. By analyzing the results of the Financial Instruments, we have found that there are very few TLF (Textile, Leather & Footwear) sector applicants. Out of the 699 approved Micro and Small Loans, only 20 loans (2.86% of the total number of approved loans) have been approved in the Textile Industry sector, amounting to 4.393.775,54 HRK or 2.25% of the total amount of awarded loans. Investments for approved loans in the textile industry amounted to HRK 4.646.140.92, or 2.12% of all investments stimulated through this program.

Likewise, since the opening of the program, 65 ESIF Guarantees (all programs together) were approved for HRK 261.511.521.25. The total value of the projects (the amount of the investment) with the above-mentioned warranties is HRK 389.453.646.25. Of the 65 approved ESIF Guarantees in the Textile Industry sector, 2 guarantees (3.07% of the total number of approved) in the textile industry were approved in the amount of HRK 14.,224.000.00 or 5.43% of the total amount of warranties granted. Investments for approved loans in the textile industry amounted to HRK 4.646.140.92, or 2.12% of all investments stimulated through this program.

Apart from grants, financial instruments, there are also EUREKA, Eurostars and B Light Innovation Programs. EUREKA is an international network to support market-driven research and development projects with a maximum aid intensity of EUR 150,000. Eurostars is intended for research and development (R & D) small and medium sized companies (MSPs). Total public funds, available in the period from 2014 to 2020, amounts to EUR 1.148.000.000.000 (75% of the Eurostars countries + 25% of the EU). B Light is a scheme of grants financing the cooperation of small and medium-sized companies in the Hungarian-Croatian border region as part of the Interreg V-A Hungary-Croatia Cross-Border Cooperation Program from 2014 to 2020. A total of EUR 7.600.000 of grants is available to entrepreneurs.



---

**ZNANSTVENI RADOVI**

---

**SCIENTIFIC PAPERS**

## UTJECAJ RAZLIČITIH METODA MOČENJA NA SVOJSTVA LANENIH VLAKANA

### THE INFLUENCE OF DIFFERENT RETTING METHODS ON FLAX FIBERS PROPERTIES

Ružica BRUNŠEK, Anita TARBUK, Jasminka BUTORAC, Mirjana NERALIĆ  
& Terezija VUKSAN

**Sažetak:** Prikazani su rezultati istraživanja utjecaja različitih metoda močenja na finoću i čvrstoću lanenih vlakana. U tu svrhu provedeno je enzimatsko močenje, kemijsko močenje s natrijevom lužinom te fizikalno močenje uz pomoć ultrazvuka. Učinkovitost provedenih metoda močenja u odnosu na tradicionalno močenje lana ocjenjivana je utvrđivanjem finoće i čvrstoće vlakana. S obzirom da se danas teži ekološki prihvatljivijem postupku močenja, rezultati su pokazali da se može preporučiti močenje vlakana uz pomoć ultrazvuka jer je evidentirano minimalno smanjenje čvrstoće vlakana. S druge strane, uzevši u obzir i ekonomičnost procesa, za razmotriti je i brzo enzimatsko močenje.

**Abstract:** The results of the influence of different retting methods on flax fibres fineness and tenacity are presented. For this purpose, enzymatic retting, chemical retting with sodium hydroxide and physical retting with ultrasound were performed. The efficiency of the applied retting methods in comparison to traditional retting was determined by measuring the fibre fineness and tenacity. The use of ultrasound to extract fibres resulted in the best fibre tenacity and provides an environmentally friendly method, which is nowadays enhanced to perform. Additionally, taking in account the economy of the process, fast enzymatic retting can be considered as well.

**Ključne riječi:** lan, vlakna, močenje, enzimi, natrijeva lužina, ultrazvuk, svojstva

**Keywords:** flax, fibres, retting, enzymes, sodium hydroxide, ultrasound, properties

#### 1. Uvod

Močenje lana najsloženiji je zahvat u cijelom procesu prerade lana do vlakna. Tim se postupkom postiže oslobađanje tehničkog vlakna, ali ne i elementarnih vlakana. Nakon razgradnje vanjskog pektina slijedi mehaničko izoliranje olabavljenih tehničkih vlakana i odstranjivanje drvenastih dijelova iz suhe stabljike mehaničkim obradama: stupanje, trljenje, grebanje i češljanje. Prema temeljnom principu koji se primjenjuje prilikom močenja, razlikuju se biološko (u vodi i rošenje), kemijsko i enzimatsko močenje. Kod svih postupaka močenja vrlo je bitno utvrđivanje optimalnog trajanja močenja, odnosno utvrđivanje vremena prekida močenja, jer o tome ovise svojstva vlakana [1-3].

Biološki postupak močenja sastoji se od niza biokemijskih procesa koje izazivaju bakterije i gljivice koje razgrađuju vanjski pektin, odnosno izazivaju pektinsko vrenje. Budući da pektini nisu topljivi u vodi, močenjem dolazi do njihova izlučivanja iz stabljike u vodu. U vodi se na taj način pojavljuju tvari koje stimulativno djeluju na razvoj i množenje mikroorganizama, pri čemu ne sudjeluju direktno u razgradnji pektina već razvijaju enzime za razgradnju pektina. S obzirom da se močenjem iskorištavaju velike količine vode koje su, nakon provedena postupka, osiromašene kisikom i zagađene mikroorganizmima, danas je takav način močenja u mnogim zemljama zabranjen [1, 2]. Močenje lana u bazenima s hladnom vodom (riječnom vodom) traje od 7 do 14 dana, ovisno o dnevnim i noćnim temperaturama (u srpnju i kolovozu), dok u bazenima s toplom vodom (30°C) traje od 4 do 5 dana.

Kod postupka močenja rošenjem, lan nakon čupanja ostaje na polju i izlaže se vremenskim prilikama (rosa, kiša, sunce). Pri tome se na stabljikama lana stvaraju gljivice koje proizvode enzime koji u roku od 4 do 7 tjedana postupno razgrađuju stabljike lana [2, 4] te ih je potrebno i jednom tjedno okretati pomoću strojeva okretača. Prednosti ovakvog postupka su jednostavnost, niski troškovi i male investicije, a nedostaci neujednačenost u razgradnji stabljika, relativno slaba i niska kvaliteta vlakna, tamna boja, truljenje pri obilnijim oborinama (financijski rizik) i dugotrajna razgradnja.

Brža razgradnja pektina postiže se kemijskim močenjem koje se provodi industrijski u bazenima s vodom uz dodatak sulfatne kiseline (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), natrijeve lužine (NaOH), klornog vapna (kalcijev-klorid-hipoklorit,

CaCl(OCl)), natrijevog karbonata (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), kalijevog sapuna na povišenoj temperaturi. Takva obrada znatno je agresivnija te može dovesti do oštećenja vlakana [4].

S ciljem očuvanja voda močenje se sve više provodi u bazenima u strogo kontroliranim uvjetima, uz primjenu enzima. Enzimatsko močenje je suvremena metoda močenja kojom se uz pomoć enzima izdvaja vlakno iz stabljike. Osim što se ne utječe na ekosustav, enzimatsko močenje je kontrolirani i ponovljivi postupak, traje manje od 24 sata, uz mogućnost recikliranja enzimatske otopine [5-7].

Ultrazvučno močenje vlakana u današnje vrijeme se sve više koristi u svrhu poboljšanja svojstava, ali i zbog sve većih ekoloških problema i preopterećenja u tekstilnoj tehnologiji [8]. Smatra se kako bi se ultrazvučnim močenjem vlakana uvelike smanjilo vrijeme močenja vlakana, što je također jedna od prednosti ultrazvučnog močenja.

Finoća i čvrstoća lanenih vlakana jedno je od njihovih važnijih svojstava, a između mnogih parametara ovisi i o kemijskoj građi vlakana, ali i o odabranoj metodi močenja. Stoga je i cilj ovog rada istražiti utjecaj različitih metoda močenja na finoću i čvrstoću lanenih vlakana. U tu svrhu provedeno je enzimatsko močenje, kemijsko močenje s natrijevom lužinom te fizikalno močenje uz pomoć ultrazvuka. Učinkovitost provedenih metoda močenja ocjenjivana je utvrđivanjem finoće i čvrstoće vlakana i usporedbom s finoćom i čvrstoćom vlakana tradicionalnog močenog lana.

## 2. Eksperimentalni dio

### 2.1. Uzorci za ispitivanje

Istraživanje utjecaja različitih metoda močenja na finoću i čvrstoću lanenih vlakana provedeno je na predivom lanu uzgojenom na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, na antropogeniziranom eutričnom tlu.

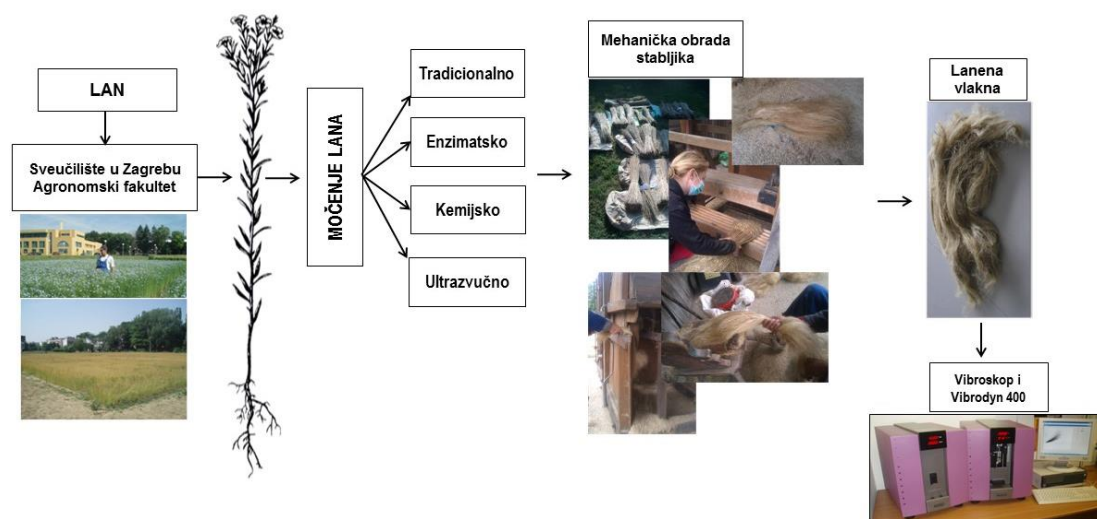
### 2.2. Močenje lana

Tradicionalno močenje lana provedeno je u toploj tvrdoj vodi (32°C) 5 do 7 dana u kontroliranim laboratorijskim uvjetima.

Enzimatsko močenje lana provedeno je primjenom tri različita enzima: Beisol PRO (CHT-Bezema – pektinaza), VISCOZYME® L (Sigma Aldrich – entimatski kompleks koji sadrži celulaze, arabanaze, β-glukanaze, hemicelulaze i ksilanaze) i CELUSOFT® L (Sigma Aldrich - celulaza). Uzorci su obrađeni s 0,2 % enzima na masu materijala u aparatu Polycolor Mathis, 60 min na temperaturi od 55 °C pri pH 7,0.

Kemijsko močenje lana provedeno je s tri različite koncentracije: 1 %, 4 % i 7 % natrijevog hidroksida (NaOH), na temperaturi od 60 °C, 60 min.

Ultrazvučno močenje lana provedeno je u ultrazvučnoj kadi u različitom vremenskom razdoblju (16 h, 24 h i 32 h) pri temperaturi od 30°C, uz frekvenciju 80 kHz, 80 % snage.



**Slika 1:** Shema provedenih različitih metoda močenja lana

Nakon močenja i sušenja pomoću valjkaste lomilice odvojen je drvenasti dio stabljike te je predivi lan prerađen u vlakno. Sva istraživanja su provedena na uzorcima tehničkih lanenih vlakana.

Radi lakšeg praćenja provedenih različitih metoda močenja predivog lana na slici 1 prikazana je shema provedenih obrada.

Finoća (HRN EN ISO 1973:2008) i čvrstoća (HRN EN ISO 5079:2003) tehničkih lanenih vlakana određivana je na dinamometru Vibroscop i Vibrodyn 400. Zbog specifične morfologije lanenih vlakana broj mjerenja je povećan ( $n=100$ ) te su istraženi radni parametri dinamometra koji su prilagođeni ispitivanju finoće i čvrstoće tehničkih lanenih vlakana. U tu su svrhu na standardne stezaljke postavljeni čelični dodaci sa zupcima te se odabrala brzina ispitivanja od 3 mm/min. Odabrana duljina ispitivanog uzorka je 5 mm kako bi se osiguralo da su prilikom ispitivanja finoće i čvrstoće u tehničkom vlaknu obuhvaćena sva elementarna vlakna.

### 3. Rezultati i rasprava

Zbog neujednačenosti specifične morfologije lanenih vlakana, uz rezultate ispitivanja finoće i čvrstoće lanenih vlakana izračunata je aritmetička sredina ( $\bar{x}$ ) pojedinačnih mjernih vrijednosti, odgovarajući statistički pokazatelji varijabilnosti (standardna devijacija,  $s$  i koeficijent varijacije,  $CV$ ) te nepouzdanost rezultata (praktična granica pogreške,  $p_{gg}$ , uz  $p<0,05$ ) koji ukazuju na dobru ponovljivost rezultata i dostatnost broja mjerenja. U tablici 1 prikazani su rezultati mjerenja finoće i čvrstoće lanenih vlakana nakon enzimatskog močenja lana. Vidljivo je da se finoća vlakana povećala nakon provedenog enzimatskog močenja, odnosno vlakna su grublja. Najgrublja vlakna u odnosu na tradicionalno močen lan, dobivena su pri upotrebi enzima VISCOZYME® L.

**Tablica 1:** Rezultati mjerenja finoće i čvrstoće lanenih vlakana nakon enzimatskog močenja lana

Kupelj	Finoća [dtex]				Čvrstoća [cN/tex]			
	$\bar{x}$ [dtex]	$s$ [dtex]	CV [%]	$p_{gg}$ [%]	$\bar{x}$ [cN/tex]	$s$ [cN/tex]	CV [%]	$p_{gg}$ [%]
<b>Tradicionalno močenje</b>	<b>37,81</b>	<b>10,46</b>	<b>27,67</b>	<b>5,42</b>	<b>80,35</b>	<b>23,81</b>	<b>29,63</b>	<b>5,81</b>
Beisol PRO	46,84	13,36	28,52	5,59	60,26	18,80	31,21	6,11
VISCOZYME® L	48,54	13,27	27,33	5,35	57,26	17,30	30,21	5,92
CELUSOFT® L	44,93	12,16	27,06	5,30	64,20	18,56	29,91	5,66

Pregledom i uspoređivanjem rezultata mjerenja zabilježene su promjene čvrstoće lanenih vlakana ovisno o upotrijebljenom enzimu. Evidentirano je smanjenje čvrstoće vlakana u odnosu na čvrstoću tradicionalnih močenih vlakana. Pri tome je najmanje smanjenje čvrstoće vlakana uočeno kod vlakana koja su močena s enzimom celulaza CELUSOFT® L i to za 20 %. Najveće smanjenje čvrstoće (28,7 %) uočeno je kod vlakana koja su močena s enzimom celulaza VISCOZYME® L. Obzirom da je VISCOZYME® enzimatski kompleks u istom vremenu je uspio razgraditi više primjesa od pektinaze i celulaze, što je dovelo do niže čvrstoće. Pektinaza Beisol PRO je razgradila samo pektin, te je čvrstoća veća.

U odnosu na tradicionalno močena vlakna, kemijski močena vlakna su grublja. Pri tome su najgrublja vlakna dobivena obradom u 4 % NaOH (tab. 2.). Analizom rezultata mjerenja čvrstoće vlakana nakon provedenog kemijskog močenja lana uočava se da je najmanje smanjenje čvrstoće postignuto obradom u 7 % NaOH (20,3 %), a najveće obradom u 1 % NaOH (27,0 %), u odnosu na vlakna koja su tradicionalno močena.

**Tablica 2:** Rezultati mjerenja finoće i čvrstoće lanenih vlakana nakon kemijskog močenja lana

Kupelj	Finoća [dtex]				Čvrstoća [cN/tex]			
	$\bar{x}$ [dtex]	$s$ [dtex]	CV [%]	$p_{gg}$ [%]	$\bar{x}$ [cN/tex]	$s$ [cN/tex]	CV [%]	$p_{gg}$ [%]
<b>Tradicionalno močenje</b>	<b>37,81</b>	<b>10,46</b>	<b>27,67</b>	<b>5,42</b>	<b>80,35</b>	<b>23,81</b>	<b>29,63</b>	<b>5,81</b>
1 % NaOH	42,14	11,09	26,32	5,16	58,69	17,12	29,17	5,72
4 % NaOH	50,02	15,83	31,66	6,20	61,65	20,85	33,83	6,63
7 % NaOH	42,97	12,67	29,48	5,78	63,98	19,67	30,74	6,03

Može se pretpostaviti da djelovanjem lužine dolazi do boljeg povezivanja elemenata strukture u vlaknu tj. do povećanja broja poprečnih veza zbog intenzivnijeg zaplitanja i približavanja polimernih lanaca u amorfim

područjima. Pri tome se „slaba“ mjesta u strukturi vlakana učvršćuju što je i glavni uzrok za manji pad čvrstoće s povećanjem koncentracije natrijeve lužine.

Nakon provedenog ultrazvučnog močenja, dobivena vlakna su grublja u usporedbi s tradicionalno močenim lanom. S druge strane, ukoliko se uspoređuje finoća tehničkih lanenih vlakana sa svim provedenim postupcima močenja, ultrazvučno močena vlakna su najfinija (tab. 3.). Iz rezultata mjerenja čvrstoće vlakana nakon provedenog ultrazvučnog močenja lana, uočava se povećanje otpornosti na djelovanje vlačnih sila s povećanjem vremena obrade ultrazvukom. Prilikom usporedbe rezultata čvrstoće vlakana nakon tradicionalnog močenja s rezultatima čvrstoće vlakana nakon ultrazvučnog močenja, zabilježeno je najveće smanjenje čvrstoće vlakana koja su ultrazvučno močena 16 h za 18,7 %. S povećanjem vremena močenja na 32 h, čvrstoća vlakana se smanjila samo za 6,3 %.

**Tablica 3:** Rezultati mjerenja finoće i čvrstoće lanenih vlakana nakon ultrazvučnog močenja lana

Kupelj	Finoća [dtex]				Čvrstoća [cN/tex]			
	$\bar{x}$ [dtex]	s [dtex]	CV [%]	$p_{99}$ [%]	$\bar{x}$ [cN/tex]	s [cN/tex]	CV [%]	$p_{99}$ [%]
<b>Tradicionalno močenje</b>	<b>37,81</b>	<b>10,46</b>	<b>27,67</b>	<b>5,42</b>	<b>80,35</b>	<b>23,81</b>	<b>29,63</b>	<b>5,81</b>
UZV 16h	43,19	12,14	28,10	7,79	65,29	17,27	28,30	5,55
UZV 24h	45,16	12,73	23,13	6,41	69,81	22,31	33,16	6,50
UZV 32h	38,42	13,98	25,85	7,16	75,25	20,76	34,73	6,81

Poznato je da kod biljnih vlakana, a u skladu s genetskim obilježjem te uvjetima koji vladaju za vrijeme njihovog razvoja, nastaje vlakno definirane strukture, u kojoj su u većoj ili manjoj mjeri prisutna naprezanja, a to znači i stanovita nestabilnost strukture. Tijekom ultrazvučne obrade povećava se unutarnja energija u vlaknu, gibljivost segmenata makromolekula te njihovo veće povezivanje zbog međusobnog približavanja i tvorbe novih poprečnih veza. Ultrazvukom izazvana pokretljivost, tj. vibracije, čini da se slobodni dijelovi makromolekula približavaju jedan prema drugome tvoreći nova područja središnje strukture u vlaknu uz istovremeno smanjivanje unutarnjih naprezanja. Posljedica ovakvih događanja u strukturi vlakana je povećanje čvrstoće vlakana odnosno očuvanje čvrstoće uz minimalna smanjenja.

#### 4. Zaključak

Na temelju rezultata provedenih ispitivanja finoće i čvrstoće lanenih vlakana nakon provedenih različitih metoda močenja lana može se uočiti da je kod svih uzoraka lanenih vlakana došlo do neznatnih promjena finoće i do smanjenja čvrstoće (u prosjeku za 20 %) u usporedbi s vlaknima koja su tradicionalno močena. Rezultati su pokazali da je postupak močenja lana uz pomoć ultrazvuka uspješan gdje je evidentirano najmanje smanjenje čvrstoće vlakana. Može se pretpostaviti da se primjenom ultrazvuka, kao ekološki i ekonomski prihvatljivog postupka močenja lana u usporedbi s tradicionalnim močenjem, može uspješno močiti predivi lan. Dobiveni rezultati su vrlo zanimljivi te su poticaj za daljnja istraživanja močenja predivog lana uz pomoć ultrazvuka. S druge strane, uzevši u obzir brzinu provedbe procesa močenja, za razmotriti je i enzimatsko močenje primjenom VISCOZYME® koji je u samo 60 min uspio razgraditi primjese, te valja istražiti još kraće djelovanje enzimatskog kompleksa koje bi rezultiralo manjim gubitkom čvrstoće vlakana.

#### Literatura

- [1] Šurina, R. i sur.: Lan – biljka i vlakno kroz stoljeća, *Tekstil*, **58** (2009) 12, str. 625-639, ISSN 0492-5882
- [2] Butorac, J.: *Poglavlje Lan, U Predivo bilje*, Kugler, ISBN 978-953-7027-17-9, Zagreb, (2009), str. 34-63
- [3] Van Sumere C. F.: *The Biology and Processing of Flax*, M Publications, ISBN 978-095-199-63-00, Northern Ireland, (1992)
- [4] Tahir, P. M. et al.: Retting process of some bast plant fibers and its effect to fibre quality: A review, *BioResources*, **6** (2011) 4, pp. 5260-5281, ISSN 1930-2126
- [5] Akin, D. E. et al.: Optimization for enzyme-retting of flax with pectate lyase, *Industrial Crops and Products*, **25** (2007) 2, pp. 136-146, ISSN 0926-6690
- [6] Brunšek, R.; Andrassy, M. & Butorac, J.: Retting of flax and characterization of fibres, Book of Proceedings of 14<sup>th</sup> Autex World Textile Conference, Recep, E. (urednik), ISBN 978-605-63112-4-6, Bursa, Turska, May 26<sup>th</sup> to 28<sup>th</sup> 2014, Turska, (2014)
- [7] Brunšek, R.; Tarbuk, A. & Butorac, J.: Bio-innovative flax retting, Book of Proceedings of 8<sup>th</sup> Central European Conference on Fiber-Grade Polymers, Chemical Fibers and Special Textiles, Dekanić, T. &

Tarbuk, A. (urednici), pp. 2-7, ISBN 978-953-7105-63-1, Zagreb, University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, Zagreb, Croatia, (2015)

- [8] Šurina, R. & Andrassy, M.: Effect of preswelling and ultrasound treatment on the properties of flax fibres crosslinked with polycarboxylic acids, *Textile research journal*, **83** (2013) 1, pp. 66-75, ISSN 0040-5175

#### Zahvala

Ovaj rad je financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom 9967 „Advanced textile materials by targeted surface modification“.

#### Autori:

doc. dr. sc. Ružica BRUNŠEK; Mirjana NERALIĆ, bacc. ing text. technol. & Terezija VUKSAN, bacc. ing text. technol.  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila  
Prolaz baruna Filipovića 28a, 10 000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 3712566 Fax: +(385) (1) 3712 599 E-mail: ruzica.brunsek@ttf.hr

doc. dr. sc. Anita TARBUK  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju  
Adresa: Prolaz baruna Filipovića 28a, 10 000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 4877 358 Fax: +(385) (1) 3712 500 E-mail: anita.tarbuk@ttf.hr

Prof. dr. sc. Jasminka BUTORAC  
Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za specijalnu proizvodnju bilja  
Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 239 3632 Fax: +(385) (1) 239 3703 E-mail: jbutorac@agr.hr

## DEVELOPING ANN MODEL FOR THE PREDICTION OF COMFORT-RELATED INDICATOR BASED ON YARN PARAMETERS

Abhijit MAJUMDAR & Ivana SALOPEK ČUBRIĆ

**Abstract:** *The presented research focuses on knitted fabrics produced of cotton and polyester yarns in different compositions. The IR thermographic method is used to capture the duration of the wetness period after simulated intensive sweating. The dataset is further used for the ANN modelling. It was shown that all the ANN predicted values are very close to the corresponding actual value. Moreover, the absolute error was less than 4% in all the samples and the correlation coefficient between the actual and predicted values was 0.99. Therefore, the ANN is able to capture the relationship between the observed input and output parameters.*

**Keywords:** yarn, polyester, cotton, modelling, ANN, sweating

### 1. Introduction

Recently, a number of studies have been conducted to evaluate the thermal comfort of textile materials, i.e. to analyze the heat and moisture transfer properties in relation to different fiber and fabric parameters, as well as the influence of different fabric layers. In order to be defined as thermally comfortable in the conditions when the human body is heating up and sweating, the fabric should be able to effectively transfer the moisture away from the skin and further to the atmosphere. Thus, to decrease the appearance and retention of unwanted sweat stains on a garment, especially in the forearm zone. It has to be pointed out that the period of visual retention of sweat stains on a fabric does not completely correspond to the period of discomfort. Namely, the measurements indicated that, for a cotton single jersey fabric made of yarn in count of 16 tex, the period of fabric wetness, after the disappearance of visually noticeable sweat stains, lasted for additional 20 minutes [1].

Among consumers, cotton has been considered as most preferred fibre for years. Despite providing a good combination of softness and comfort, it is not recommended for use in active sportswear because of its tendency to absorb and retain moisture and cause discomfort. Therefore, the polyester fabrics are generally considered as a better alternative for sportswear, as they are able to provide good moisture management, allowing body temperature regulation, improved muscle performance and delayed exhaustion. Besides, its popularity increases due to the outstanding dimensional stability, high strength, easy care and wrinkle-free characteristic [2]. In recent investigations conducted by Souza et al., functional single jersey fabrics produced of different polyester and viscose yarns (Craque<sup>®</sup>, Finecool<sup>®</sup>, Coolmax<sup>®</sup>, Holofiber<sup>®</sup>, Airclo<sup>®</sup>, Trevira<sup>®</sup> and Seacell<sup>®</sup>) are investigated in order to assess an analysis of comfort-related properties. According to the outcomes of research, the Coolmax<sup>®</sup> polyester yarn showed the best performance related to the moisture management [2]. Sampath et al. analyzed the moisture management of five knitted fabrics produced from different yarns, including polyester, in count of 16 tex.

The researchers concluded that micro-denier polyester knitted fabrics enable quicker evaporation of sweat from the skin through the fabric, and also cooler feeling at initial touch [3]. In the research conducted by Karthik et al., the potential application of milkweed/polyester plated knitted fabrics for next-to-skin end uses were analysed. They prepared samples with different inner and outer layers of plated fabrics and with different polyester/milkweed blend proportion. From the results of various moisture management indices, it was concluded that the plated fabric made from 40% milkweed/polyester could be an efficient moisture management fabric when used in either-way compared with other fabrics [4]. The research of Turkish scientist was focused on thermal-related characteristics of cotton and polyester knitted fabrics blended with Viloft. According to the results, the relative water vapor permeability of Viloft/polyester blended fabrics was found not to be significant and only small statistical significances were present for cotton blended ones [5].

The research presented in this paper is focused on knitted fabrics produced of cotton and polyester yarns in different compositions. The condition of intensive sweating is simulated and the period of fabric wetness is measured using IR thermographic method. The aim of the research presented is to develop a model that will be used to predict the duration of the period of fabric wetness after intensive sweating. The developed model is consumer-related, as it facilitates the purchase decision making.



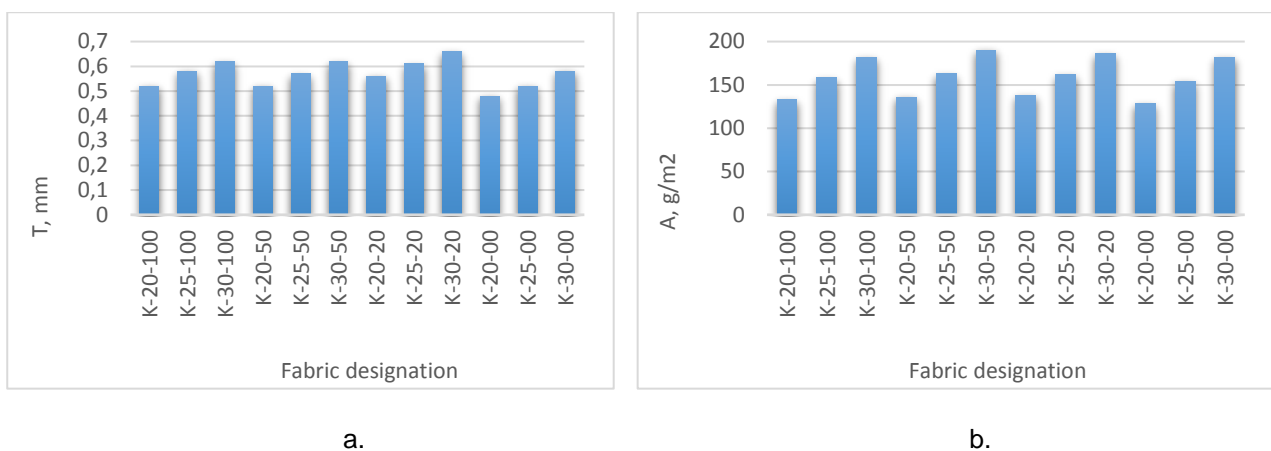
## 2. Experimental

### 2.1 Material properties

For the study are used single jersey knitted fabrics commercially produced of ring-spun yarns in counts 20, 25 and 30 tex. The fibre compositions were as follows: 100% cotton, 50/50% cotton/polyester, 20/80% cotton/polyester and 100% polyester. The finishing was performed in industrial conditions, according to the standard recipes that are used for the finishing of commercial knitwear and include the phases of bleaching, dyeing and softening. For the designation of fabrics to be used in the presentation of results, the following code scheme is used:

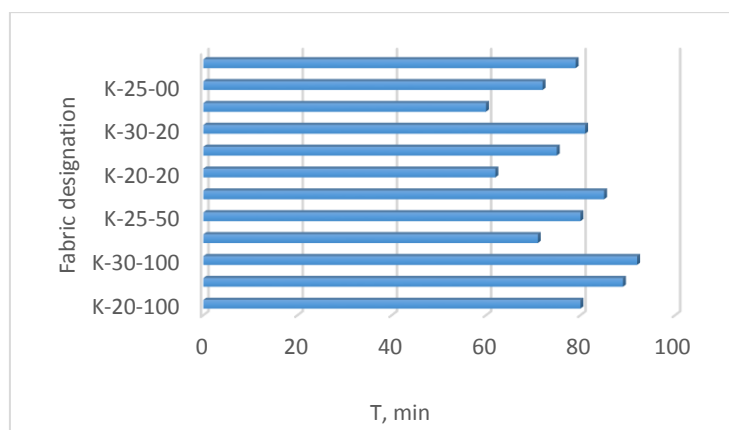
*K (as knitted fabric) – yarn count (in tex) – ratio of cotton in a blend (in %).*

The dry-relaxed fabrics were tested for thickness and areal density. Knitted fabric thickness was experimentally determined using a thickness meter, with a pressure of 10 cN cm<sup>-2</sup>. The areal density was determined by weighing a knitted fabric sample with an area of 1 dm<sup>2</sup>, on an analytical scale with precision 10<sup>-4</sup> g. The results are presented on the Figure 1.



**Figure 1:** The results of fabric measurements: a. fabric thickness; b. fabric areal mass

In the next phase, the layer of artificial skin is placed on a flat surface and condition of intensive sweating is simulated. For this purpose is used artificial sweat. The simulation of intensive sweating is conducted according to the outcomes of research performed by Havenith et. al., i.e. dosing the artificial sweat that corresponds to the sweating intensity determined by Havenith et al. that is 900 g/m<sup>2</sup>/h [6]. The knitted fabrics previously described in this chapter, are placed above the sweated area and left in dry and hot environment conditions (the temperature 25 ± 2 °C and relative humidity 65 ± 5%). The method of IR thermography, with the sensitivity level <0.10°C, was used to measure the fabric temperature horizontal gradient, taking into account the temperatures of sweated (t<sub>s</sub>) and non-sweated (t<sub>ns</sub>) areas. The measurement continued until the moment when the delta of temperatures was equal to zero, i.e. t<sub>s</sub> = t<sub>ns</sub>. The time period from the start of measurement until its completion, assigned as T and expressed in minutes, is recorded for each sample. In total, 20 repetitions are made for each of 12 observed knitted fabrics and the average values are presented on the Figure 2.



**Figure 2:** The period T for each observed sample

## 2.2 Artificial Neural Network (ANN) Modelling

Artificial neural network is a very potent data modeling tool which can capture and represent very complex input-output relationships. Therefore, ANN is also known as universal function approximator. ANN has input, hidden and output layers composed of nodes. All the input and output parameters are represented by the nodes or neurons of input and output layers, respectively. Depending on the complexity of the problem, there may be one or more hidden layers. The nodes of hidden layer are connected with the nodes of input and output layers by synaptic weights which are adjusted during the training of ANN using experimental data. The trained model can then be used to predict outputs from the unseen testing data. In this kind of network, each neuron receives a signal from the neurons of the previous layer and each of these signals is multiplied by a separate synaptic weight. The weighted inputs are then summed up and passed through a transfer function which converts the output to a fixed range of values. The output of the transfer function is then transmitted to the neurons of next layer [7].

The back-propagation algorithm is the most popular training method for ANN models. According to this algorithm, training occurs in two phases, namely a forward pass and a backward pass. In the forward pass, a set of data is presented to the ANN as input and its effect is propagated, in stages, through different layers of ANN. Finally, a set of outputs is produced. The calculation of error vector is done from the difference between actual and predicted output, using the following equation:

$$E = \frac{1}{2} \sum (T_r - O_r)^2 \quad (1)$$

where the  $E$  represents the error vector, while  $T_r$  and  $O_r$  are target and predicted outputs at output node  $r$ . In the backward pass, this error signal is propagated backwards to ANN and synaptic weights are adjusted such that the error signal decreases with each iteration process and ANN model approaches closer to the desired output.

The ANN requires large datasets for proper training. As the available dataset for the targeted fabrics was small, ANN model was attempted with single hidden layer having 3 nodes. The number of nodes in input and output layers was 2 (for yarn count and % of cotton) and 1 (for period for fabric wetness), respectively. All the data were used for the training purpose and no data partitioning was done for the testing purpose.

## 3. Results and Discussion

As presented on the Figure 1, the areal density of knitted fabrics used for the investigation ranges from 128 to 190 g m<sup>-2</sup>. The range of period of the fabric wetness varies from 60 minutes to 92 minutes (Figure 2). The results indicate that the period of fabric wetness increases with the increase in yarn coarseness and proportion of cotton fibre. The Table 1 shows the actual and predicted values of fabric wetness with associated absolute error.

**Table 1:** Fabric parameters and period of fabric wetness

Sample	The period T, min	Predicted period T, min	Absolute error, %
K-20-100	80	80.36	0.45
K-25-100	89	86.99	2.26
K-30-100	92	92.04	0.04
K-20-50	71	70.92	0.11
K-25-50	80	79.70	0.37
K-30-50	85	86.48	1.74
K-20-20	62	64.39	3.85
K-25-20	75	74.22	1.04
K-30-20	81	82.27	1.57
K-20-00	60	59.10	1.50
K-25-00	72	70.52	2.06
K-30-00	79	79.02	0.03

It is noted that all the ANN predicted values are very close to the corresponding actual value and absolute error is less than 4% in all the samples. This shows that the ANN is able to capture the relationship between input parameters (yarn count and % of cotton) and period of fabric wetness. The correlation coefficient between actual and predicted values was 0.99 and mean absolute percentage error was 1.25% which is very encouraging. As the available dataset was small, all the data was used for training purpose. Therefore, the reported results do not truly reflect the generalization ability of the ANN model. Therefore, further models will be developed after incorporating large dataset.

#### 4. Conclusion

Based on the outcomes of the modelling process presented in this paper, the following remarks can be derived:

- all the ANN predicted values are very close to the corresponding actual value,
- the absolute error is less than 4% in all the samples and
- the correlation coefficient between the actual and predicted values was 0.99.

It could be concluded that the ANN is able to capture the relationship between the observed input and output parameters. As all the data were used for the training purpose only, the larger set of data will enable development of a new model that will reflect its generalization ability. Such model would be consumer friendly, as it would facilitate the purchase decision making.

#### References

- [1] Salopek Čubrić, I.; Čubrić, G.; Potočić Matković, M.: Thermography assisted analysis of textile materials as a predictor of human comfort, *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Ergonomics Conference – Ergonomics 2016*, Sušić, A.; Jurčević Lulić, T.; Salopek Čubrić, I.; Sumpor, D.; Čubrić, G. (ed.), pp. 295-301, ISSN 1848-9699, Zadar, Croatia, June, 2016, Croatian Ergonomics Society, Zagreb (2016)
- [2] Souza J. M. et al.: Characterization of functional single jersey knitted fabrics using non-conventional yarns for sportswear, *Textile Research Journal*, article available online only at: <https://doi.org/10.1177/0040517516677226>, Assessed: 2017-11-20 (2016)
- [3] Sampath M. B. et al.: Analysis of thermal comfort characteristics of moisture management finished knitted fabrics made from different yarns, *Journal of Industrial Textiles*, 42, (2013), 1, pp. 19-33, ISSN 1528-0837
- [4] Karthik; Senthilkumar P.; Murugan R.: Analysis of comfort and moisture management properties of polyester/milkweed blended plated knitted fabrics for active wear applications; *Journal of Industrial Textiles*, article available online only at: <https://doi.org/10.1177/1528083716676814>, Assessed: 2017-11-20 (2016)
- [5] Demiryürek O.; Uysaltürk D.: Thermal comfort properties of Viloft/cotton and Viloft/polyester blended knitted fabrics, *Textile Research Journal*, 83 (2013), 16, pp. 1740–1753, ISSN 00405175
- [6] Havenith G.; Fogarty, A.; Bertlett, R.; Smith C.J. & Ventenat V.: Male and female upper body sweat distribution during running measured with technical absorbents, *European Journal of Applied Physiology*, 104 (2008), 2, pp. 245-255, ISSN 1439-6319
- [7] Majumdar, A.; Majumdar, P. K.; Sarkar, B.: Prediction of single yarn tenacity of ring and rotor spun yarns from the HVI results using artificial neural networks, *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 29 (2004), 157-162, ISSN 0975-1025

#### Authors:

Title Name SURNAME: Assoc. Prof. Abhijit MAJUMDAR  
Full title of the Institution: Indian Institute of Technology Delhi  
Street, ZIP-code City, Country: Hauz Khas, New Delhi 110016, India  
Phone: +(91) (11) 26581154 Fax: +(91) (11) 26581103

E-mail: [abhitextile@gmail.com](mailto:abhitextile@gmail.com)  
[majumdar@textile.iitd.ac.in](mailto:majumdar@textile.iitd.ac.in)

Title Name SURNAME: Asst. Prof. Ivana SALOPEK ČUBRIĆ  
Full title of the Institution: University of Zagreb Faculty of Textile Technology  
Street, ZIP-code City, Country: Prilaz baruna Filipovica 28a, 10000 Zagreb, Croatia  
Phone: +(385) (1) 37 12 573 Fax: +(385) (1) 37 12 533

E-mail: [ivana.salopek@ttf.hr](mailto:ivana.salopek@ttf.hr)

## MORFOLOŠKA I KEMIJSKA ISPITIVANJA ARHEOLOŠKOG TEKSTILA – FRAGMENT UŽETA IZ ŠPILJE BEZDANJAČE (LIKA)

### MORPHOLOGICAL AND CHEMICAL EXAMINATION OF THE ARCHAEOLOGICAL TEXTILE – ROPE FRAGMENT FROM BEZDANJAČA CAVE (LIKA)

Rajna MALINAR; Sandra FLINČEC GRGAC; Drago KATOVIĆ & Danijela JEMO

**Sažetak:** U špilji Bezdanjači na području Like 1969. godine pronađen je fragment užeta iz kasnog brončanog doba. Na uzorku je provedena fizikalno-kemijska karakterizacija FTIR-ATR spektroskopijom. Manji dio uzorka ispiran je vodom kako bi se uklonio prisutni kalcijev karbonat te su spektri uspoređeni s današnjim biljnim vlaknima. Napravljena je i morfološka karakterizacija površine na visokorezolucijskom skenirajućem elektronskom mikroskopu (FE-SEM) uz kemijsku analizu primjenom energijsko disperzivnog spektrometra (EDS). Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da ispitivani fragment užeta pripada celuloznom materijalu.

**Abstract:** The rope fragment from the late Bronze Age was found in 1969 in the cave Bezdanjača in the area of Lika, Croatia. Physical-chemical characterization by FTIR-ATR spectroscopy was performed on the sample. A smaller part of the sample was washed with water to remove the present calcium carbonate and the spectra were compared with the modern day plant fibers. The morphological characterization of the surface on Field Emission Scanning Electron Microscope (FE-SEM) was also performed, along with Energy Dispersive Spectrometer (EDS) chemical analysis. Based on the results obtained it can be concluded that the rope fragment from the late Bronze Age is cellulose material.

**Ključne riječi:** arheološki tekstil, FTIR, SEM, EDS

**Keywords:** archaeological textile, FTIR, SEM, EDS

#### 1. Uvod

Fragment užeta pronađen je 1969. godine u špilji Bezdanjači u Lici, pored mjesta Vrhovine. Ovaj bronačodobni lokalitet jedno je od najvećih arheoloških nalazišta u Lici, s brojnim površinskim nalazima skeleta, keramike i bronce. Osim fragmenta užeta, od organskih nalaza pronađeni su i komadi obrađenog drva (dijelovi koplja, žlice), komad isprepletenih drvenih treščica (pretpostavljeno dio košare) te ostaci paprati. Dva zadnje navedena nalaza su zajedno sa fragmentom užeta pronađena 100-njak metara od ulaza u špilju, sporedno od glavnog kanala. S obzirom na skriveni i vertikalni ulaz u špilju i relativnu netaknutost ostalih nalaza, može se zaključiti da uzorak nije naknadno unesen [1-3].

Radiokarbonska analiza na pet uzoraka drva smjestila je nalaze u razdoblje od oko 1350. do 1100. godine prije Krista, što je potvrdilo arheološku dataciju najstarije faze kulture polja sa žarama kasnog brončanog doba [4].

Fragment je pronađen ispod tankog sloja rahle crvenice. Radi očuvanosti uzorka navedeni su poznati podaci o uvjetima na mjestu nalaza. Mikroklimatska mjerenja provedena su 1965., 1969. i 1975. godine te je na nekoliko lokacija bilježena temperatura, relativna vlaga i strujanje zraka. Zabilježene temperature zraka na lokaciji nalaza bile su od 3,1 do 5,8 °C, relativna vlaga zraka od 70 do 99% te je primijećeno lagano strujanje zraka. Treba napomenuti da je temperatura zraka u špilji neovisna o temperaturnim promjenama na površini. Špilja je bila vlažnija u razdoblju iz kojeg su navedeni nalazi, a počela se sušiti kasnije kada je omogućeno strujanje zraka otvaranjem prijašnjih poplavljenih donjih otvora [5].

S obzirom na relativno dobro stanje uzorka i na poznate podatke o uvjetima u kojima se očuvao, u radu se nastojalo ispitati njegovu površinsku i kemijsku strukturu. Svako novo saznanje o promjenama koje se događaju u organskom materijalu nakon tako dugog vremenskog razdoblja i u ovakvim uvjetima pruža uvid u proces propadanja te stvara podlogu za daljnja istraživanja arheološkog tekstila.

## 2. Eksperimentalni dio

### 2.1 Uzorkovanje i tretiranje uzorka

Ispitivani fragment užeta (sl. 1) čuvan je u Arheološkom muzeju u Zagrebu. Uzorak izgleda kao uzao ili njegov dio, načinjen od biljnih vlakana, vrlo krhak i trusan te je u radu rukovano s njim uz maksimalni oprez. S obzirom da se radi o rijetkom arheološkom nalazu, odabrane su metode ispitivanja koje zahtijevaju vrlo malu količinu uzorka. Pri uzorkovanju korišteni su već odvojeni dijelovi. Jedan od takvih dijelova uzorka višestruko je tretiran destiliranom vodom, kako bi se uzorak očistio od tragova zemlje te dobili rezultati bez potencijalnih primjesa [6, 7].



Slika 1: Ispitivani fragment užeta [8]

### 2.2 Analiza uzoraka primjenom FE-SEM-a i EDS-a

U radu je korišten visokorezolucijski skenirajući elektronski mikroskop (FE-SEM), MIRA/LMU, Tescan. Za morfološku karakterizaciju snimljene su slike površine uzorka prije i nakon tretiranja, uz energiju od 10 kV, s SE i InBeam detektorima. Uzorci su prethodno obloženi tankim slojem kroma u neparivaču Q150T ES, Quorum. S obzirom na krhkost i malu količinu uzorka, nije bilo moguće napraviti snimke poprečnog presjeka.

Provedena je i kemijska analiza elemenata energijski disperzivnom rendgenskom spektrometrijom u točkama uzorka uz primjenu EDX detektora, Quantax, Bruker AXS Microanalysis. Ispitivanje je provedeno na netretiranom uzorku i uzorku tretiranom destiliranom vodom. Podaci su normalizirani te je dobiven postotni udio kemijskih elemenata u uzorku.

### 2.3 Analiza uzoraka primjenom spektrometra s Fourierovom transformacijom infracrvenog spektra

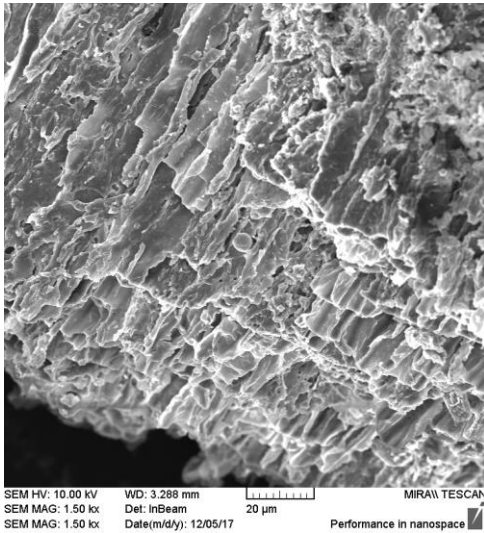
Uzorak užeta je analiziran na spektroskopu s Fourierovom transformacijom infracrvenog spektra (FTIR), Perkin Elmer, software Spectrum 100. Za oba uzorka snimljena su četiri skena pri rezoluciji od  $4\text{ cm}^{-1}$  između  $4000\text{ cm}^{-1}$  i  $380\text{ cm}^{-1}$ . Spektri su uspoređeni sa spektralnim krivuljama vlakana lanena i kudjelje.

## 3. Rezultati i rasprava

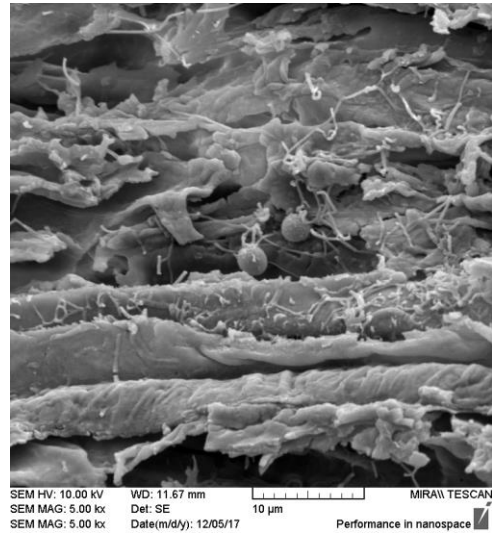
### 3.1 Mikroskopska analiza primjenom FE-SEM-a i EDS-a

Na slikama 2 i 3 prikazana je morfologija površine ispitivanog uzorka. Površinski sloj vlakna je propao te je vidljiva porozna unutrašnjost. Kada unutar poroznog artefakta topive soli kristaliziraju kako voda isparava, dolazi do velikog povećanja volumena i tlaka što dovodi do narušavanja strukture materijala [9].

Na uzorku su vidljiva i strana tijela, sferičnih i granastih oblika, vjerojatno se radi o peludi i mikroorganizmima (slika 4). Bez njihove identifikacije ne može se utvrditi da li su izneseni iz špilje zajedno s uzorkom ili su rezultat naknadne kontaminacije.

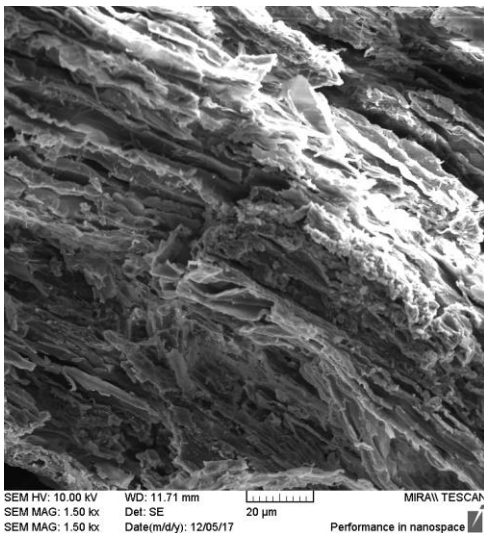


a

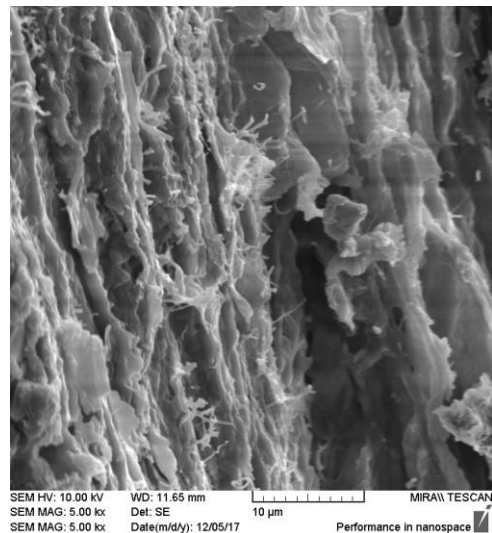


b

**Slika 2:** Površina netretiranog uzorka pri različitim povećanjima: a) 1500x, b) 5000x

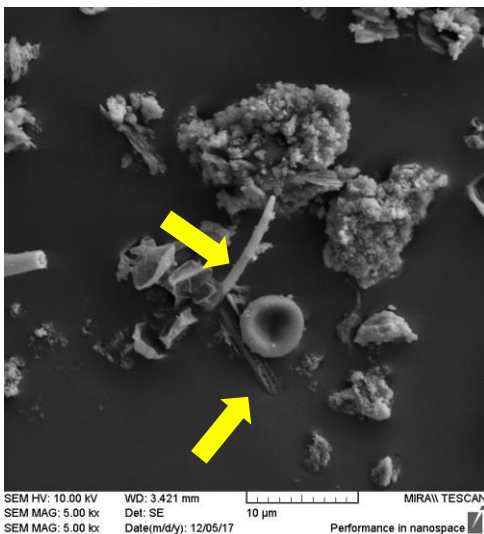


a

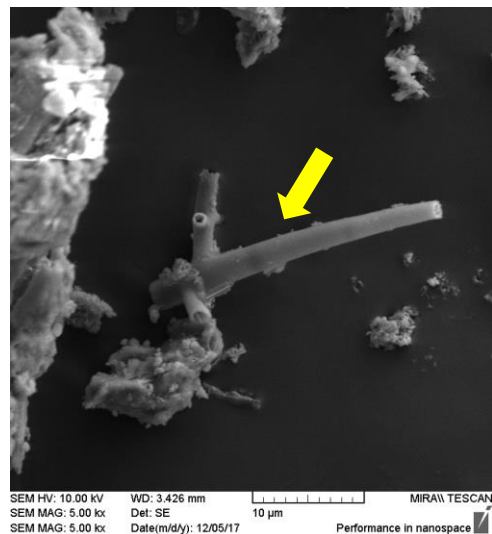


b

**Slika 3:** Površina tretiranog uzorka pri različitim povećanjima: a) 1500x, b) 5000x



a



b

**Slika 4:** Strana tijela prisutna na netretirani uzorku

U tablici 1 prikazani su rezultati analize elemenata na EDS-u. Najveći udio u uzroku zauzimaju ugljik i kisik, što je za očekivati kod celuloznog vlakna. Sumpor, fosfor, natrij, aluminij i silicij su elementi koji se normalno pronalaze u zemlji, te kako je uzorak pronađen pod slojem crvenice njihovo prisustvo u uzorku odgovara očekivanjima. S obzirom da se radi o crvenici, bilo je za očekivati da će uzorak sadržavati i željezo no taj element nije registriran u ispitivanju, možebitno radi premalog udjela ili prekrivanja vrhova s drugim elementima. Također, kako je artefakt pronađen zajedno sa ostacima drvenih treščica ovi elementi mogu upućivati na određenu kontaminaciju ostacima drveta s kojima je uzao bio u kontaktu, a za koje je karakteristično da sadržavaju  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  i  $\text{HCO}_3^-$  ione.  $\text{HCO}_3^-$  se još javlja kod otapanja i ispiranja ugljikovog dioksida iz atmosfere te kod raspadanja organskih spojeva [9].

Zanimljiv je relativno visok udio kalcija. Kalcijev karbonat je osnovna građa vapnenačkih stijena. Njegovim dugotrajnim otapanjem te ponovnim prevođenjem u netopiv oblik nastaju špilje i tvorevine u njima. Nema naznaka da je ispitivani uzorak ikad bio u potopljenom dijelu špilje, te je kalcij u njega dospio vjerojatno preko nakapale vode ili vlage u zraku. Organski materijal, najčešće drveni, u mokrim alkalnim uvjetima može biti gotovo fosiliziran kalcijevim karbonatom. Prisutnost soli i drugih ostataka može pomoći u očuvanju organskih materijala budući da je rast mikroorganizama inhibiran visokim koncentracijama soli [9].

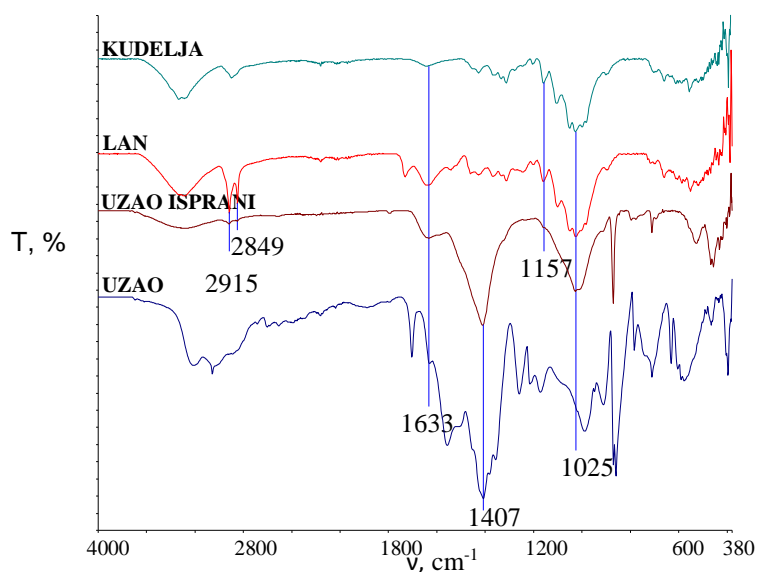
**Tablica 1:** Postotni udio elemenata u ispitivanim uzorcima

Element	Netretirani uzorak [%]	Tretirani uzorak [%]
Ugljik	68,94	66,31
Kisik	26,14	27,14
Kalcij	3,82	5,62
Sumpor	0,43	0,42
Fosfor	0,26	0,12
Natrij	0,20	0,19
Aluminij	0,12	0,09
Silicij	0,09	0,10

Razlikom postotnog udjela elemenata u tretiranom i netretiranom uzorku može se primijetiti da je ispiranje destiliranom vodom uklonilo više ugljika nego kalcija (tab. 1), što znači da se organski dio uzorka više trošio prilikom ispiranja od mineralnog. Za bolji rezultat bilo bi potrebno pristupiti dugotrajnijem i manje intenzivnom čišćenju.

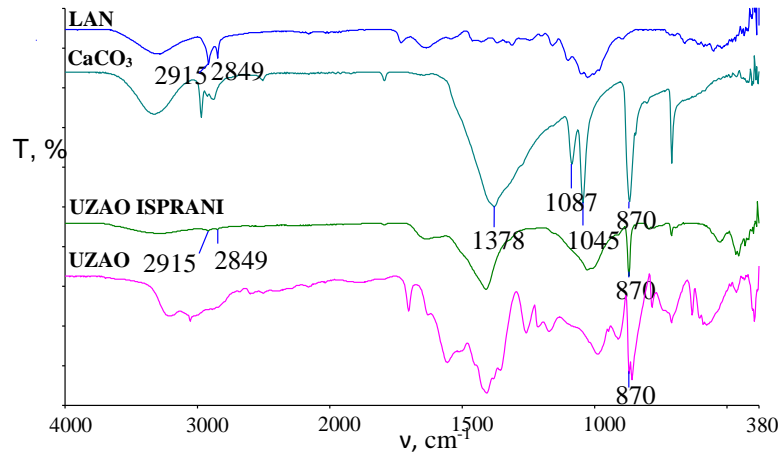
### 3.2 Rezultati FTIR analize

Slika 5 prikazuje spektralne vrpce snimljene na FTIR-u na uzorcima arheološkog uzorka, ispranog arheološkog uzorka i stabličnih vlakana (lan i kudjelja). Pretpostavka da se radi o celuloznom materijalu stabličnog podrijetla bazirana je na promatranju ispranog arheološkog uzorka.



**Slika 5:** FTIR spektri za ispitivane uzorke i odabrana stablična vlakna

Pojava pikova u području 2849 i 2915  $\text{cm}^{-1}$  na arheološkom uzorku (uzao isprani) upućuje na prisutnost asimetričnog i simetričnog istežanja unutar C-H veza te su oštri transmisijski pikovi u tom području također vidljivo uz potpunu podudarnost na spektralnoj vrpici lanenog uzorka. Pojava pikova u području oko 1630  $\text{cm}^{-1}$  na arheološkom uzorku (uzao isprani) također upućuje na prisutnost lignina te je primijećena podudarnost sa vidljivim pikovima na spektralnim vrpicama kudjeljnog i lanenog uzorka [10].



**Slika 6:** FTIR spektri za ispitivane uzorke, kalcijev karbonat i lan

Za provjeru utjecaja kalcijevog karbonata na ispitivanje snimljen je i uzorak čistog  $\text{CaCO}_3$  te je uspoređen s arheološkim uzorkom i uzorkom lana na slici 6. Vidljivo je da  $\text{CaCO}_3$  ima pikove u širem području 3000-2900  $\text{cm}^{-1}$  no pikovi 2849 i 2915  $\text{cm}^{-1}$  karakteristični za uzorak lana preklapaju se s pikovima arheološkog uzorka nakon tretiranja s vodom. Također su vidljivi pikovi u širokom području 1600-800  $\text{cm}^{-1}$  na uzorku kalcijevog karbonata koji u većoj mjeri prekrivaju pikove arheološkog uzorka karakteristične za celulozu. Kao što je primijećeno kod EDS analize, uzorak nakon ispiranja gubi dio organskih elemenata, te su kod neispranog uzorka u većoj mjeri vidljivi pikovi karakteristični za celulozu nego kod ispranog djela uzorka.

#### 4. Zaključak

Na arheološkom uzorku starosti preko 3000 godina napravljena je morfološka karakterizacija površine na više mjesta ispitivanih uzoraka primjenom različitih povećanja, analiza elemenata i fizikalno-kemijska karakterizacija. Budući da je sva materija podložna propadanju otkriće ovakvog arheološkog artefakta starosti preko 3000 godina znači da se iz nekog razloga očekivano propadanje do potpune dezintegracije organskog materijala koji se lako raspada, osobito kada je zakopan u tlu, nije dogodilo. To je zbog toga što su neki čimbenici propadanja, poput svjetlosti ili mikroorganizama bili odsutni i/ili zato što su pozitivni uvjeti očuvanja kao što je niska temperatura okoline, prevladali. Ipak, izražena porozna unutrašnjost, puknuća i gubitak materijala vidljiv na SEM mikrofotografijama upućuju na određeni stupanj degradacije vlakana.

Fizikalno-kemijskom karakterizacijom primjenom FTIR-ATR-a vidljivo je da arheološki uzorak pripada grupaciji celuloznih materijala. Nakon tretiranja arheološkog uzorka vodom došlo je do pojave pikova u području 2849 i 2915  $\text{cm}^{-1}$  koji pripadaju istežanju unutar CH skupine. Kao što je primijećeno kod EDS analize, uzorak nakon ispiranja gubi dio organskih elemenata, te su kod neispranog uzorka u većoj mjeri vidljivi pikovi karakteristični za celulozu nego kod ispranog uzorka. Dobiveni rezultati predstavljaju prvu fazu ispitivanja i vrijedan su doprinos donošenju daljnjih odluka za odabir optimalnih metoda obrade i analize u svrhu očuvanja i prezentacije fragmenta užeta kao djela bogatog fundusa arheološkog nalazišta iz špilje Bezdanjači u Lici.

#### Literatura

- [1] Drechsler-Bižić, R: Nekropola brončanog doba u pećini Bezdanjači kod Vrhovina, Vjesnik AMZ 3 (1979/80), XII-XIII, 27-78, ISSN 0350-7165
- [2] Malez, M: Pećina Bezdanjača kod Vrhovina i njezina kvartarna fauna, Vjesnik AMZ 3 (1979/80), sv. XII-XIII, 1-26, ISSN 0350-7165
- [3] Malinar, M: Brončanodobni lokalitet špilja Bezdanjača – novi materijali i interpretacija, *Opvscv/la archaeologica*, **22** (1998), 141-162, ISSN 0473-0992
- [4] Slipečević, A.; Srdoč, D: Određivanje starosti uzoraka drveta i sige iz špilje Bezdanjače, Vjesnik AMZ 3 (1979/80), sv. XII-XIII, 79-85, ISSN 0350-7165



- [5] Malinar, H: Bezdanjača (Horvatova špilja) – Vrijedan brončanodobni arheološki lokalitet u Lici, *Speleolog*, **60** (2012), 89-119, ISSN 0490-4109
- [6] Jemo. D.; Soljačić, I.; Pušić, T: Čišćenje povijesnog tekstila, *Tekstil*, **59** (2010) 1-2, 30-41, ISSN 0492-5882
- [7] Marsh-Letts, G.S.: Washing Archaeological Textiles: Comparative Studies from Two Egyptian Collections, AICCM Textile Symposium, Melbourne, 2004
- [8] Izvor slike: Arheološki muzej u Zagrebu
- [9] Cronyn, J. M.: The Elements of Archaeological Conservation, Taylor & Francis e-Library, 2004
- [10] Rudy Huis i sur.: Natural Hypolignification Is Associated with Extensive Oligolignol Accumulation in Flax Stems, *Plant physiology*, **158** (2012), str. 1893–1915, ISSN 15322548

## Zahvala

Zahvaljujemo Arheološkom muzeju u Zagrebu na ustupanju uzorka za ispitivanje.

## Autori:

Doc.dr.sc. Sandra FLINČEC GRGAC  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb  
Tel: +38514877358 E-mail: sflincec@ttf.hr

Rajna MALINAR, dipl.inž.  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb  
E-mail: m.rajna@gmail.com

Dr.sc. Danijela JEMO  
Sveučilište u Dubrovniku Odjel za umjetnost i restauraciju  
Branitelja Dubrovnika 41, 20000 Dubrovnik  
Tel: 020 446 032 E-mail: danijela.jemo@unidu.hr

Prof. emeritus dr. sc. Drago KATOVIĆ  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb  
Tel: +38514877352 E-mail: drago.katovic@ttf.hr

## PRUGASTI UZORAK PLETIVA POSTIGNUT RAZLIČITIM PREDOBRAĐAMA PAMUKA

### STRIPED PATTERN OF COTTON KNITWEAR ACHIEVED BY DIFFERENT PRETREATMENT

Veronika STAMAĆ; Ana SUTLOVIĆ; Vesna Marija POTOČIĆ MATKOVIĆ  
& Anita TARBUK

**Sažetak:** *Pojedinom predobrađom i modifikacijom pamuka mijenjaju se njegova adsorpcijska svojstva. Iz tog razloga u ovom radu istraženo je može li se postići prugasti uzorak na pletivu isključivo različitim predobrađom i modifikacijom pamuka. U tu svrhu iz različito predobrađene pređe: sirove smuđene, industrijski mercerizirane uz rasteg, slobodno mercerizirane, kemijski bijeljene i kationizirane tijekom mercerizacije izrađena su prugasta pletiva. Potom je provedeno bojadisanje direktnim i reaktivnim bojilom s ciljem dobivanja prugastog uzorka različitih dubina obojenja (K/S). Pokazalo se da je pruga kemijski bijeljene pređe najveće vrijednosti svjetline ( $L^*$ ), dok najmanju vrijednost pokazuje pruga iz kationizirane pređe bez obzira na korišteno bojilo. Najmanju dubinu obojenja pokazalo je sirovo pletivo, dok je kod kationiziranog vrijednost K/S čak četiri puta viša. Na osnovu izgleda dobivenih pletiva idejno su osmišljeni modeli ženske odjeće – haljina i pončo.*

**Abstract:** *Cotton pre-treatment and modification changes its adsorption properties. Therefore, in this paper the possibility to achieve striped pattern of knitwear only by different cotton pretreatment and modification was investigated. For this reason striped knitwear was made from differently pretreated and modified yarns: raw gassed, mercerized in industry under tension, slack mercerized, chemically bleached and cationized during mercerization. Afterwards, dyeing with direct and reactive dyestuff was performed to achieve striped pattern by different color strength (K/S). The highest value of lightness ( $L^*$ ) was achieved on the stripe of chemically bleached yarn, whilst the lowest one was obtained by dyeing of the cationized yarn regardless of the dyestuff used. The lowest color strength showed raw yarn, whilst the cationized yarn showed four time higher K/S value. Based on the appearance of knitwear, women's clothing models – dress and poncho were designed.*

**Ključne riječi:** pamuk, pletivo, predobrada, modifikacija, bojadisanje.

**Keywords:** cotton, knitwear, pre-treatment, modification, dyeing.

#### 1. Uvod

Pamučno vlakno je prirodno celulozno vlakno biološki složene građe. Kemijski je pretežito građeno od celuloze, a tu su u manjoj količini i pektini, voskovi, organske kiseline, proteini i minerali, i drugo. Primjese sirovog pamuka većinom se nalaze u primarnoj stjeci vlakna i čine ga hidrofobnim. Kako bi se pamuk učinilo hidrofilnim, neophodno je ukloniti sve primjese. Mehaničke nečistoće se najvećim dijelom uklanjaju tijekom pređenja, tkanja, čišćenja, stršeća vlakna u procesu smuđenja, dodane primjese uklanjaju se uglavnom tijekom odškrobljavanja i pranja, dok se stečene primjese pamuka uklanjaju u procesima iskuhavanja i kemijskog bijeljenja. Pri tome je najvažnije ukloniti pektin, pa voskove, masti i razoriti pigmente, dok ostale primjese nisu toliko važne jer se lako uklanjaju u iskuhavanju, te toplom i hladnom ispiranju [1-5].

Dodatno, pamuk se može modificirati – mercerizacijom i kationiziranjem [6-9]. Glavna poboljšanja koja se postižu u mercerizaciji su: povećanje sjaja, poboljšanje adsorptivnosti, povećana otpornost na habanje i savijanje, povećana prekidna sila, povećanje stabilnosti dimenzija i poboljšanje svojstva visoko oplemenjenih materijala. Kationiziranjem tijekom mercerizacije pamuk, pored poznatih učinaka mercerizacije, dobiva i nova svojstva – pozitivan naboj, što omogućava bolju adsorptivnost anionskih pomoćnih sredstava i bojila.

Obzirom da se predobrađama i modifikacijama pamuka mijenjaju njegova adsorpcijska svojstva, to je iskorišteno za postizanje prugastog uzorka na pletivu isključivo primjenom pređa različite predobrade i modifikacije.

#### 2. Materijal i metode

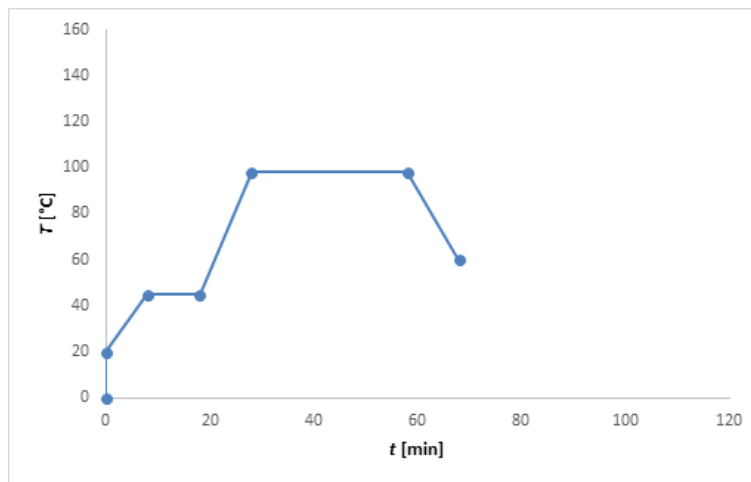
Za ovo istraživanje korišteno je 5 pređa različite predobrade: sirova smuđena (S) – industrijski; nemercerizirana, iskuhana pa kemijski bijeljena (B) – industrijski; sirova mercerizirana uz rasteg (ISM) – industrijski; mercerizirana bez rastega (SLM) – laboratorijski, te kationizirana tijekom mercerizacije (K) – laboratorijski. Kationiziranje i mercerizacija laboratorijski su provedeni prema Grancarić *et al.* [8].

Na ravnopletaćem dvoigleničnom stroju, finoće E5, tvrtke Singer izrađeno je glatko kulirno pamučno pletivo u desno-desnom prepletu. Horizontalna gustoća je 3 oč/cm, a vertikalna 5 oč/cm. Prugasti uzorak izveden je nizanjem pređa različite predobrade kako slijedi: ISM; K; B; SLM; ISM; S; B.

Bojadisanje pletiva provedeno je postupkom iscrpljenja u uređaju Polycolor, Mathis AG, prema procesu na sl.1. i sljedećim uvjetima:

- Bojadisanje direktnim bojilom: 1 % na m.m. TUBANTIN Rot 6BLL (Bezema), 5 g/l Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 10 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pri pH 9 uz omjer kupelji OK 1:25.
- Bojadisanje reaktivnim bojilom: 1 % na m.m. BEZAKTIV Rot S-3B (Bezema) 5 g/l Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 30 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pri pH 9 uz omjer kupelji OK 1:25.

Nakon bojadisanja uzorci su oprani više puta vodom i sapunom, te sušeni u sušioniku Scholl 1 h na 60 °C.



Slika 1: Shematski prikaz procesa bojadisanja

Remisija (R) izmjerena je na remisijskom spektrofotometru Spectraflash SF 600 PLUS-CT, tt. Datacolor. Iz remisije su izračunate spektralne karakteristike prema CIEL\*a\*b\* sustavu i dubina obojenja (K/S) prema:

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

gdje je R vrijednost remisije u relaciji od 0-1 (R/100). Obzirom na razlike u boji pletiva prije bojadisanja, izračunat je  $\Delta K/S$  pri  $\lambda=520$  nm za direktno, odnosno pri  $\lambda=550$  za reaktivno bojilom prema:

$$\Delta K/S = K/S_{\text{obojeno}} - K/S_{\text{neobojeno}} \quad (2)$$

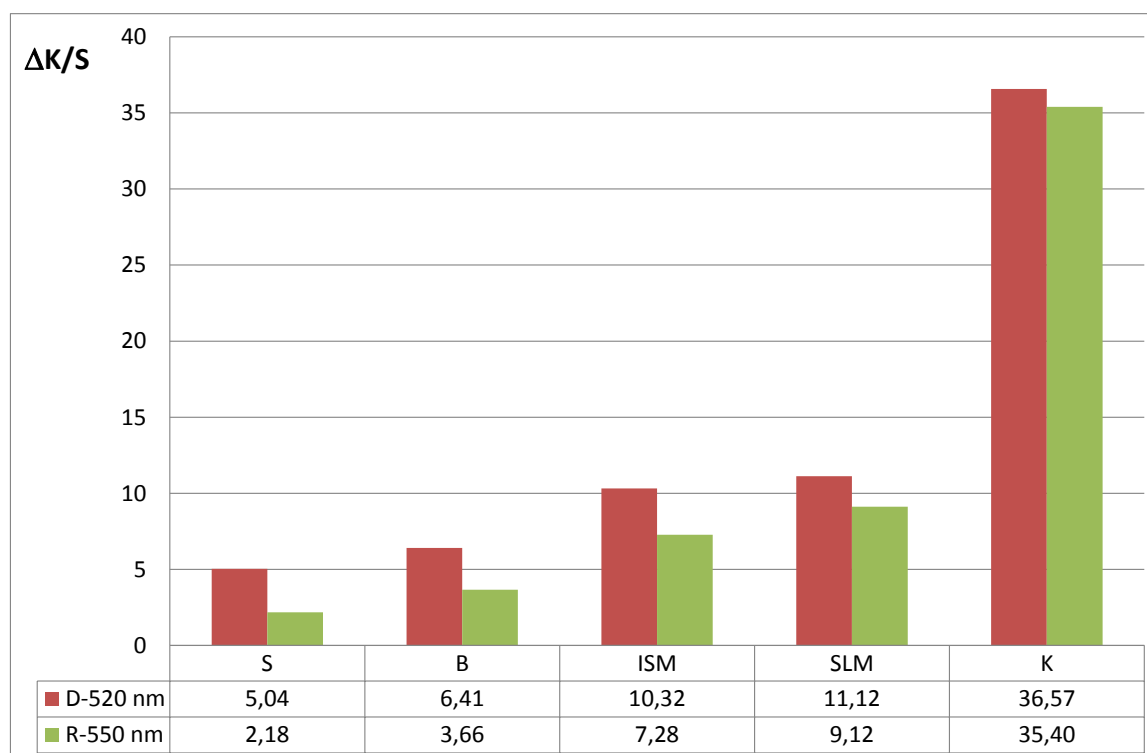
### 3. Rezultati s raspravom

Iz 5 različito predobrađenih i modificiranih pređa: smuđene (S), nemercerizirane, iskuhane pa kemijski bijeljene (B), industrijski mercerizirane uz rasteg (ISM), mercerizirane bez rastega (SLM) i kationizirane tijekom mercerizacije (K) izrađeno je pletivo s prugastim uzorkom koje je potom bojadisano reaktivnim i direktnim bojilom. Izmjerena je remisija te su izračunate spektralne karakteristike prema CIEL\*a\*b\* sustavu i dubina obojenja (K/S). Rezultati su prikazani u tab.1 i na sl. 2.

Iz rezultata prikazanih u tab.1 vidljivo je da se predobrađom i modifikacijom pređe značajno mijenja vrijednost svjetline (L\*). Pruge iz sirovih pređa - smuđena (S), mercerizirana bez rastega (SLM) i kationizirana tijekom mercerizacije (K), imaju manju svjetlinu jer zadržavaju prirodno žućkasti ton pamuka. Sirovi pamuk sadrži razne primjese koje mu daju žućkasto obojenje ( $b^*=19,6$ ). Mercerizacijom, pa time i kationiziranjem tijekom mercerizacije u laboratorijskim uvjetima je uklonjen dio primjesa sirove pamučne pređe, ali i dalje dio primjesa ostaje i zadržava žuti ton ( $b^*>16$ ). Mercerizacijom uz rasteg (ISM) u industriji uklanja se veći dio primjesa, pa takva pređa ima veću svjetlinu ( $L^*=81,64$ ). Iskuhavanjem se uklanjaju masti, voskovi, pektini, proteini i druge organske tvari iz primarne stjenke pamuka, a pigmenti u procesu kemijskog bijeljenja pa pređa B ima najveću svjetlinu ( $L^*=90,34$ ).

**Tablica 1:** Koloristički parametri boje pruge u pletivu izrađenom iz različito predobrađenih i modificiranih pređa: smuđene (S), nemerцерizirane, iskuhane pa kemijski bijeljene (B), industrijski mercerizirane uz rasteg (ISM), mercerizirane bez rastega (SLM) i kationizirane tijekom mercerizacije (K), nakon obrade (-), te bojadisanja direktnim (D) i reaktivnim (R) bojilom

Pređa	L*	a*	b*	C*	h
S	81,04	3,82	19,59	19,96	78,96
S-D	46,26	43,98	5,33	44,31	6,91
S-R	57,08	45,56	-7,76	46,22	350,33
B	90,34	0,08	7,15	7,15	89,34
B-D	44,48	43,8	5,54	44,15	7,21
B-R	54,46	49,65	-7,77	50,25	351,10
ISM	81,64	2,51	12,04	12,30	78,25
ISM-D	39,00	44,85	10,72	46,12	13,44
ISM-R	47,33	54,44	-6,42	54,82	353,27
SLM	73,57	5,03	16,35	17,10	72,89
SLM-D	37,51	43,85	11,06	45,23	14,16
SLM-R	43,23	51,6	-3,45	51,71	356,17
K	72,99	6,03	17,51	18,52	71,00
K-D	20,07	31,22	14,81	34,55	25,38
K-R	30,90	53,98	8,55	54,65	9,00



**Slika 2:** Razlika u dubina obojenja ( $\Delta K/S$ ) pruge u pletivu izrađenom iz različito predobrađenih i modificiranih pređa: smuđene (S), nemerцерizirane, iskuhane pa kemijski bijeljene (B), industrijski mercerizirane uz rasteg (ISM), mercerizirane bez rastega (SLM) i kationizirane tijekom mercerizacije (K), nakon bojadisanja direktnim (D pri  $\lambda=520$  nm) i reaktivnim (R pri  $\lambda=550$  nm) bojilom u odnosu na neobojene pređe

Iz rezultata K/S vrijednosti (sl. 2) može se vidjeti da pruga iz sirove smuđene (S) pređe ima najmanju dubinu obojenja tj. došlo je do najmanjeg iscrpljenja bojila bez obzira o kojem se bojilu radi. To je bilo za očekivati jer voskovi i pektini onemogućavaju prodor bojila na vlakno. Uklanjanjem primjesa u iskuhavanju i bijeljenju pamuk dobro adsorbira bojilo.

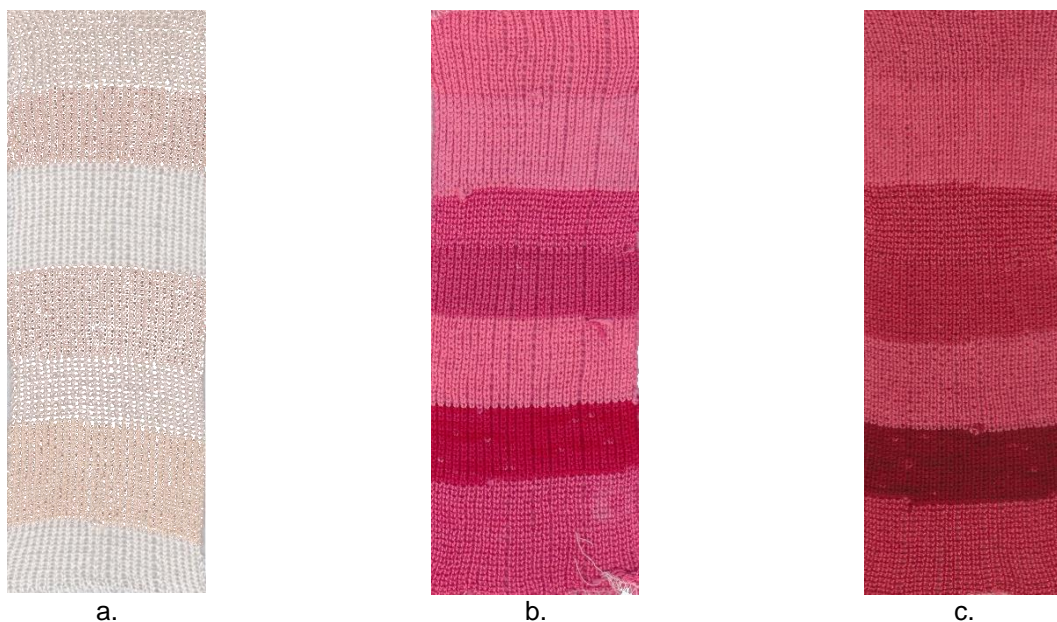
Mercerizacijom pamuka mijenja se makro i mikro struktura vlakna; mijenja se ravnina u kojoj su položeni celulozni lanci, čime se povećava broj pristupačnih hidroksilnih -OH skupina, adsorpcijskih i reaktivnih mjesta

u vlaknu. Iz tog razloga mercerizirane pređe (SLM, ISM) adsorbiraju dvostruko više bojila od bijeljenog pamuka. Kao što je bilo za pretpostaviti, slobodno mercerizirana pređa adsorbira nešto više bojila od mercerizirane pređe uz rasteg. Razlog tomu je što je pređa u slobodnom stanju mogla bubriti u svim smjerovima te je nastalo više amorfnih područja nego u mercerizaciji uz rasteg.

Kationiziranjem merceriziranog pamuka dobiva se električki pozitivno nabijeno pamučno vlakno. Takav elektropozitivan pamuk jače apsorbira anionska bojila. Iz tog razloga kationizirani uzorci imaju znatno manje vrijednosti svjetline ( $L^*$ ), i najveću K/S vrijednost bez obzira o kojem bojilu se radi – direktnom ili reaktivnom.

Uspoređujući rezultate dobivene za reaktivno i direktno bojilo vidljivo je da se direktno bojilo više iscrpilo od reaktivnog na sve pređe. Ovaj učinak je najizraženiji kod kationizirane pređe gdje se iz razloga ionskog vezivanja na kationiziranom pamuku vidi najveća dubina obojenja.

Nakon obrade uzoraka pamučnog pletiva dobivena su tri različita prugasta pamučna pletiva (sl.4). Uzorak koji nije bojadisan ostao je bijel-bež, uzorak bojadisan reaktivnim bojilom je ružičast, a bojadisan direktnim bojilom crven. Osmišljeni su modeli ženske odjeće koji bi se mogli napraviti iz dobivenih uzoraka.



**Slika 4:** Prugasta pletiva iz različito predobrađenih i modificiranih pređa, a. nakon obrade, b. bojadisanja reaktivnim i c. direktnim bojilom

Prva tri modela (sl.5) prikazuju jednostavnu žensku haljinu/tuniku. Modeli su nastali iz potražnje za praktičnim i jednostavnim odjevnim predmetom koji bi bio udoban za svakodnevne odjevne kombinacije. Na haljini možemo primijetiti uzdužne pruge koje su i karakteristične za dobivene uzorke, a obzirom da su postavljeni uzdužno vizualno izdužuju figuru. Za prvi model zamišljeno je da je ispleten od pamuka različitih predobrada, drugi bojadisan reaktivnim bojilom, a treći direktnim.

Sljedeća tri modela (sl.6) prikazuju jednostavnu verziju ponča. Nastali su također iz ideje da se odjevni premet učini što praktičniji i udobniji, ali i estetski zanimljiv. Pončo kao ženski odjevni predmet može upotpuniti različite svakodnevne odjevne kombinacije, te je lagan i prozračan zahvaljujući pamučnom pletivu. Idealan je za ranu jesen i kasno proljeće. Osmišljeno je da je prvi model bojadisan reaktivnim bojilom, drugi model direktnim bojilom, a treći nebojadisan, ali također ispleten od pamučnih pređa različitih predobrada.



**Slika 5:** Modeli ženske prugaste haljine



**Slika 6:** Modeli ženskog prugastog ponča

## 4. Zaključak

Predobrade i modifikacija pamuka mijenjaju njegova svojstva kao što su adsorptivnost, sjaj, bjelina, otpornost na habanje i povećanje prekidne sile. Upravo svojstvo različite adsorpcije iskorišteno je za postizanje prugastog uzorka na pletivu isključivo primjenom pređa različite predobrade. Pri izradi pletiva korištene su pamučne pređe: sirova smuđena, industrijski mercerizirana uz rasteg, slobodno mercerizirana, kemijski bijeljena i kationizirana. Izrađena prugasta pletiva bojadisana su direktnim i reaktivnim bojilom.

U oba slučaja uočeno je isto ponašanje u bojadisanju. Pokazalo se da se najsvjetlija pruga postiže bojadisanjem kemijski bijeljene pređe, dok se najtamnija postiže bojadisanjem kationizirane pređe. Valja istaknuti da se vidi razlika u boji slobodno mercerizirane pređe i industrijski mercerizirane uz rasteg. Slobodno mercerizirana pređa je nešto tamnija, dok je industrijski mercerizirana svjetlija, ali sjajnija.

Po završetku pletenja i bojadisanja, na osnovu izgleda dobivenih pletiva, osmišljeni su modeli ženske odjeće koji bi se mogli izraditi: haljina i pončo. Modeli su inspirirani izgledom i opipom dobivenih pletiva, sa svrhom izrade udobnih i praktičnih odjevnih predmeta koji će osvježiti i upotpuniti svakodnevne odjevne kombinacije.

## Literatura

- [1] Čunko, R. & Andrassy, M.: *Vlakna*, Zrinski d.d., ISBN 953-155-089-1, Čakovec, (2005.)
- [2] Li Y. & Hardin, I. R.: Enzymatic Scouring of Cotton: Effects on Structure and Properties, *Textile Chemist and Colorist* **66** (1997) 8, pp. 71-76, ISSN 0040490X.
- [3] Zulić D. & Grancarić A. M.: Alkalne pektinaze za iskuhavanje pamuka, *Tekstil* **51** (2002.) 1, str. 128-135, ISSN 0492-5882
- [4] Grancarić A. M. i sur.: Enzimatsko iskuhavanje pamučnog pletiva neutralnim pektinazama – utjecaj na prošivljivost, *Tekstil* **58** (2009.) 11, str. 537-545, ISSN 0492-5882.
- [5] Tarbuk A., Pušić T. & Jukić M.: Optimiranje postupka iskuhavanja pamučne tkanine kiselim i neutralnim pektinazama; *Tekstil* **62** (2013) 7-8, str. 279-283, ISSN 0492-5882.
- [6] Soljačić I.; Kuzmek, B. & Katović, D.: O mercerizaciji pamuka, *Tekstil* **36** (1987.) 3, str. 123-130, ISSN 0492-5882.
- [7] Hauser, P. J. & Tabba, A. H.: Improving the Environmental and Economic Aspects of Dyeing Cotton, *Coloration Technology* **117** (2001) 5, pp. 282-288, ISSN 1472-3581
- [8] Grancarić, A.M.; Tarbuk, A. & Dekanić, T.: Elektropozitivan pamuk; *Tekstil* **53** (2004) 2, str. 47-51, ISSN 0492-5882
- [9] Tarbuk A, Grancarić A.M. & Leskovac M. Novel cotton cellulose by cationization during the mercerization – Part 1: Chemical and morphological changes. *Cellulose*. **21** (2014) 3, pp. 2167-2179, **ISSN** 0969-0239

## Zahvala

Ovaj rad izrađen je na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu u Zavodu za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju i u Zavodu za projektiranje i menadžment tekstila u sklopu projekta Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ), br. 9967 Napredni tekstilni materijali dobiveni ciljanom modifikacijom površine (ADVANCETEX - *Advanced textile materials by targeted surface modification.*)

## Autori:

Veronika STAMAĆ, bacc. ing. text. technol.  
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 48 77 358

Izv. prof. dr. sc. Ana SUTLOVIĆ  
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 48 77 365

E-mail: [ana.sutlovic@tff.hr](mailto:ana.sutlovic@tff.hr)

Izv. prof. dr. sc. Vesna Marija POTOČIĆ MATKOVIĆ  
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 3712 573

Fax: +(385) (1) 3712 533

E-mail: [marija.potocic@tff.hr](mailto:marija.potocic@tff.hr)

Doc. dr. sc. Anita TARBUK  
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 48 77 365

E-mail: [anita.tarbuk@tff.hr](mailto:anita.tarbuk@tff.hr)

## KATIONIZIRANI LIOCELNI PUST – MOGUĆNOSTI PROČIŠĆAVANJA OTPADNE VODE

### CATIONIZED LYOCELL NON-WOVEN – POSSIBLE WASTEWATER PURIFICATION

Katia GRGIĆ; Branka VOJNOVIĆ; Valerijan LUKAČ & Anita TARBUK

**Sažetak:** U ovom radu istražena je mogućnost korištenja modificirane celuloze, kationiziranog liocelnog pusta, kao potencijalnog filtra u sustavu za pročišćavanje otpadne vode tekstilne industrije, a s naglaskom na obezbojavanje vode i uklanjanje anionski tenzida. Provedena su ispitivanja na realnom uzorku otpadne vode prije i nakon obrade kationiziranim liocelnim pustom. Preliminarni rezultati istraživanja ukazuju na uspješno uklanjanje više od 50 % anionskih tenzida i obezbojavanje otpadne vode primjenom omjera kupelji od 1:100. Učinci pročišćavanja su naglašeniji primjenom pusta kationiziranog s 3-kloro-2-hidroksipropil.amonijevim kloridom nego s Rewin OS (CHT-Bezema).

**Abstract:** In this work, the possibility of using modified cellulose, a cationized lyocell non-woven fabric as a potential filter for textile wastewater treatment was researched, with an emphasis on discoloration and anionic surfactant removal. Studies on a real sample of waste water were carried out before and after treatment with cationic lyocell non-woven. Preliminary research results suggest a successful removal of more than 50% of anionic surfactants and discoloration of the waste water if bath ratio of 1:100 was applied. Purification efficiency is better if the 3-chloro-2-hydroxipropyl trimethyl ammonium chloride than Rewin OS (CHT-Bezema) was applied for cationization of lyocell.

**Ključne riječi:** kationiziranje tijekom mercerizacije, liocelni pust, zeta potencijal, pročišćavanje otpadne vode, adsorpcija bojila, adsorpcija anionskih tenzida

**Keywords:** cationization during mercerization, lyocell non-woven, zeta potential, waste water purification, dye adsorption, anionic surfactants adsorption

#### 1. Uvod

U današnje vrijeme održivi razvoj tekstilne industrije, između ostaloga, bazira se i na zaštiti okoliša. Zahtjevi koji se stavljaju pred tekstilnu industriju su rigorozni. Stoga proizvođači tekstila i odjeće moraju proizvesti ekološki prihvatljive proizvode kako bi ih mogli plasirati na tržište Europske unije a i šire. Zahtjevi se odnose na prihvatljiv odabir sirovina i procesa povoljnih za okoliš. Tu se ubrajaju i kemikalije koje se upotrebljavaju u procesima proizvodnje, prerade i dorade tekstila kao i zahtjevi vezani uz ponašanje gotovih proizvoda pri uporabi [1]. Na temelju ispunjenih kriterija stječe se pravo uporabe EZ-oznake ekološke prihvatljivosti [2].

Ekološki zahtjevi se odnose i na otpadne vode tekstilne industrije koje spadaju u skupinu najviše onečišćenih otpadnih voda u cijelom industrijskom sektoru. U procesima proizvodnje i prerade tekstila koriste se velike količine vode i kemikalija koja se prije ispuštanja u okoliš mora obraditi. Otpadna voda iz tekstilne industrije sadrži organske tvari, primjerice ugljikohidrati, masti, ulja, bojila, fenole, tenzide, te anorganske tvari: kiseline, lužine, metalne ione, soli, komplekse. Zbog svog kompleksnog sastava često su toksične, a također mogu sadržavati kancerogene i mutagene tvari. Kvaliteta ispuštene vode u okoliš određena je zakonskim propisima, pa tako u Hrvatskoj postoji Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/13, 43/14, 27/15 i 3/16). U Prilogu 5. su točno definirane granične vrijednosti otpadnih voda iz tekstilne industrije.

Heterogenost otpadnih voda otežava njihovo pročišćavanje postojećim tehnologijama i ne mogu odgovoriti na postavljene zahtjeve pročišćavanja i povrata u procese. Metode za pročišćavanje otpadnih voda tekstilne industrije, posebice bojadisanja, oplemenjivanja i njege (praonice) imaju svoje prednosti i nedostatke. Iz ekonomskih, tehnoloških i ekoloških razloga važno je kombinirati metode, jer smjernice za pročišćavanje vode ukazuju da je potrebno pročišćavati do razine povrata u proces.

Kationiziranje, kao modifikacija celuloznih materijala aminima i kvaternim amonijevim solima, daje pozitivan naboj površine vlaknu u neutralnim i alkalnim vodenim otopinama. Istraživanja kationiziranja pamuka kratkolančanim kationskim sredstvima tijekom mercerizacije pokazala su da nastaje novi materijal koji zadržava sva povoljna svojstva merceriziranog pamuka uz promjenu naboja, te vlakna postaju reaktivnija i povećava se afinitet prema anionskim sredstvima. Uočeno je da se ovom modifikacijom u čistim sustavima u



potpunosti mijenja sustav bojilo-celuloza i tenzid-celuloza, jer ih adsorbira u velikim količinama [3], te je upravo to svojstvo ukazalo na potencijalnu mogućnost za primjenu kao filtera za pročišćavanje otpadne vode [3-6]. Stoga je u ovom radu istražena mogućnost primjene kationiziranog liocelnog pusta kao potencijalnog filtera u sustavu za pročišćavanje otpadne vode tekstilne industrije, a s naglaskom na obezbojavanje vode i uklanjanje anionski tenzida.

## 2. Eksperimentalni dio

U radu je korišten iglani pust iz 20 slojeva, od 100 % liocelnih vlakana (Tencel®, Lenzing). Liocelni pust je kationiziran prema [3] s 3-kloro-2-hidroksipropil trimetil-amonij kloridom (CHPTAC), Sigma Aldrich i Rewin OS, CHT-Bezema, kationski reaktivni poliamonijski spoj. Oznake i obrade uzoraka navedene su u tab.1.

Tablica 1: Oznake i obrade liocelnog pusta

Oznaka	Obrada
CLY	liocelni pust
CLY-OS	liocelni pust kationiziran sa sredstvom Rewin OS
CLY-CHPTAC	liocelni pust kationiziran sa sredstvom CHPTAC

Učinci postupka kationiziranja istraženi su kroz elektrokinetičke pojave: elektrokinetički (zeta,  $\zeta$ ) potencijal i specifičnu količinu naboja površine [7]. Zeta potencijal je izmjeren prema metodi struje strujanja na elektrokinetičkom analizatoru, SurPass tvrtke A. Paar primjenom cilindrične ćelije u ovisnosti o pH vrijednosti  $10^{-3}$  mol/dm<sup>3</sup> otopine KCl. Određena je izoelektrična točka (IEP). Za određivanje specifične količine naboja primijenjena je metoda povratne titracije polielektrolitom primjenom 0,0013 M n-cetilpiridinijevog klorida (N-CPC) kao kationskog te 0,0013 M natrijevog dodecil sulfata (NaDDS) kao anionskog polielektrolita. Potenciometrijska titracija provedena je na automatskom titratoru, Titrino 736 GP, Metrohm primjenom ion-selektivne elektrode (High Sense surfactant electrode, 6.0504.150, Metrohm) kao indikatorska i Ag/AgCl (Metrohm) kao referentna elektroda.

Provedena su ispitivanja na realnom uzorku otpadne vode prije i nakon obrade kationiziranim liocelnim pustom. Obrada je provedena mućkanjem u Heidolph Unimax 1010 mućkalici u vremenu 10 min, na temperaturi od 23 °C pri 200 o/min uz dva omjera kupelji liocelnog pusta i otpadne vode, 1:250 i 1:100. Na realnom uzorku otpadne vode prije i nakon obrade kationiziranim liocelnim pustom ispitano je: pH vrijednost; elektrovodljivost,  $\kappa$ ; obojenost i tenzidi. Vrsta i sadržaj tenzida utvrđen je iz uzorka realne otpadne vode prije i nakon obrade potenciometrijskom titracijom korištenjem ion-selektivne elektrode za ionske (anionske, kationske) ili NIO elektrode (NIO SURfactant Electrode, 6.0507.010, Metrohm) za neionske tenzide kao indikatorske i Ag/AgCl (Metrohm) kao referentne elektrode. Kao titrand za neionske tenzide primijenjen je natrijev tetrafenilborat. Za praćenje obezbojavanja korišten je apsorpcijski spektrofotometar Cary 50 (Varian).

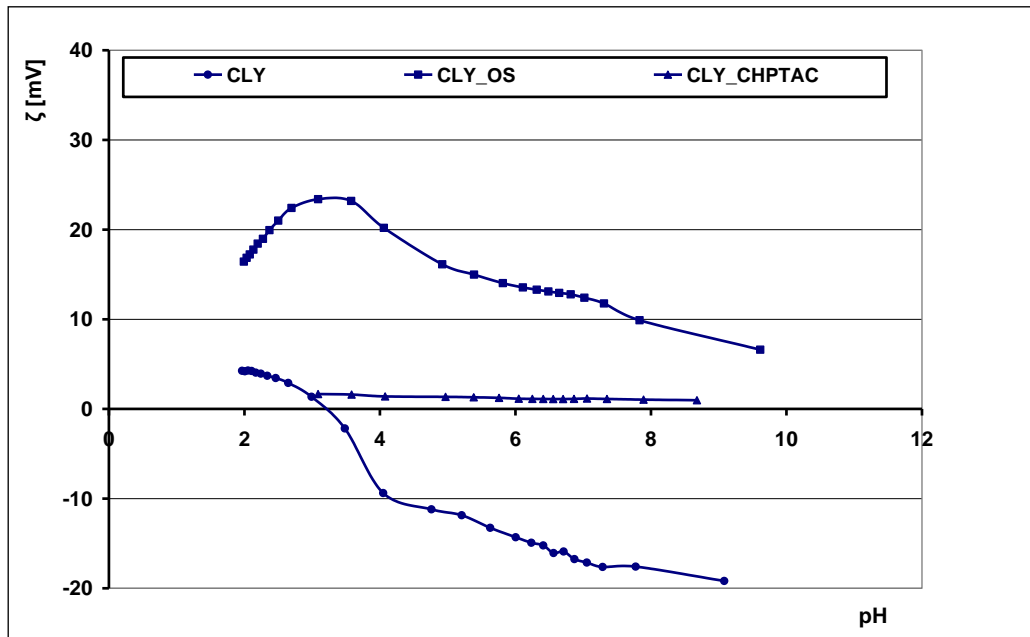
## 3. Rezultati s raspravom

U ovom radu istražena je mogućnost primjene kationiziranog liocelnog pusta kao potencijalnog filtera u sustavu za pročišćavanje otpadne vode tekstilne industrije, a s naglaskom na obezbojavanje vode i uklanjanje anionski tenzida.

Učinkovitost modifikacije - kationiziranja liocelnog pusta istražena je mjerenjem elektrokinetičkih pojava: elektrokinetičkog (zeta) potencijala, izoelektrične točke i specifičnog površinskog naboja. Rezultati su prikazani na sl.1 i u tab.2.

Tablica 2: Zeta potencijal ( $\zeta$ ) na pH 9, izoelektrična točka (IEP) te specifična količina naboja (q) kationiziranog liocelnog pusta

Uzorak	$\zeta$ [mV] pH 9	IEP	q [mC]
CLY	-19,00	3,18	-4,266
CLY-OS	6,61	-	-1,941
CLY-CHPTAC	0,97	-	-0,551



**Slika 1:** Zeta potencijal ( $\zeta$ ) liocelnog pusta prije i nakon kationiziranja u ovisnosti o pH elektrolita 0.001 M KCl

Iz rezultata je vidljivo da je liocelni pust (CLY) elektrokinetički negativno nabijen u vodenoj otopini ( $\zeta = -19$  mV) i ima IEP 3,18. Vidljivo je da su se površine uspješno kationizirale jer oba kationizirana liocelna pusta u cijelom rasponu pH imaju zeta potencijal viši od 0, te iz tog razloga nemaju izoelektričnu točku. Iako rezultati mjerenja zeta potencijala pokazuju da liocelni pust kationiziran s Rewin OS (CLY-OS) ima viši zeta potencijal od kationiziranog sa CHPTAC (CLY-CHPTAC), rezultati specifične količine površinskog naboja ukazuju na potencijalno bolju učinkovitost CLY-CHPTAC kao filtra. Pozitivnija vrijednost ukazuje bolju adsorptivnost anionskih sredstava.

Iz toga razloga provedena su ispitivanja na realnom uzorku otpadne vode prije i nakon obrade kationiziranim liocelnim pustom. Ispitana je pH vrijednost; elektrovodljivost,  $\kappa$ ; obojenost i tenzidi. Rezultati su prikazani u tab.3 i na sl. 2.

Vrijednosti pH, temperatura (T) i elektrovodljivost ( $\kappa$ ) je mjerena na instrumentu SurPass u programu Attract pH elektrodom (Hamilton; Liq-Glass Temp BNC) i konduktometrijskom elektrodom (SI Analytics; Type No LF 613T).

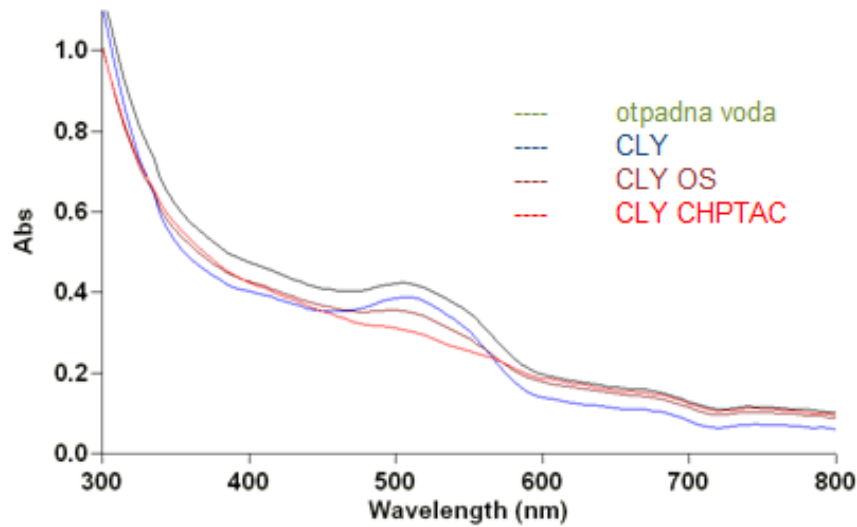
**Tablica 3:** Vrijednosti pH i elektrovodljivost,  $\kappa$  realnog uzorka otpadne vode prije i nakon primjene liocelnog pusta kao filtra

Uzorak		pH	T [°C]	$\kappa$ [mS/m]
Otpadna voda		8,96	22,9	443,5
1:250	CLY	8,85	22,9	454,3
	CLY-OS	8,85	22,9	455,7
	CLY-CHPTAC	8,84	22,9	446,7
1:100	CLY	8,76	22,9	457,2
	CLY-OS	8,83	22,9	446,6
	CLY-CHPTAC	8,94	22,9	453,8

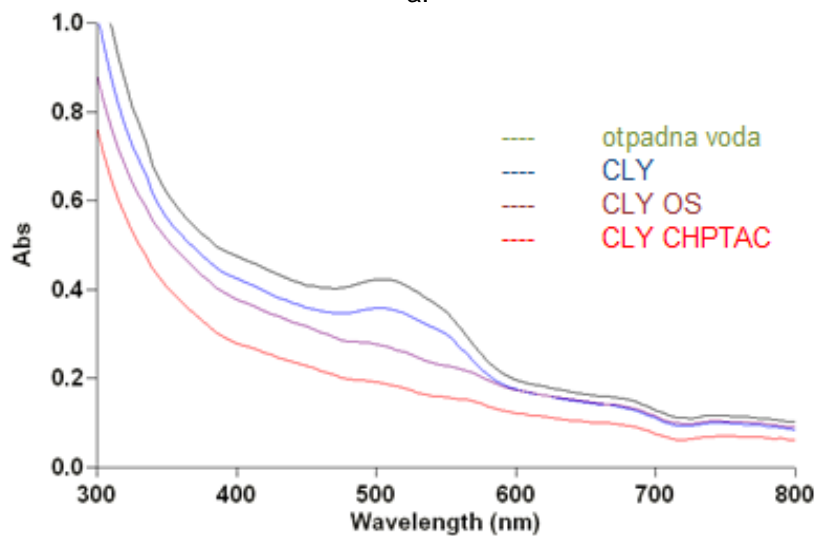
Iz tab. 3 se uočava da se pH vrijednost i elektrovodljivost ne mijenjaju značajno obradom kationiziranim liocelnim pustom.

Iz izgleda apsorpcijskih krivulja prije i nakon obrade vidljivo je da se obojenje značajno smanjuje primjenom kationiziranog liocelnog pusta. Na temelju rezultata spektrofotometrijskog praćenja obezbojavanja (sl.2) vidljivo je da se boljim pokazao omjer kupelji 1:100 (sl.2b). Apсорpcijska krivulja uzorka otpadne vode (zeleno) ima jasan apсорpcijski maksimum pri  $\lambda = 505$  nm. Obradom takve vode liocelnim pustom uočava se smanjenje apсорpcijskog maksimuma, što se može tumačiti adsorpcijom bojila na površinu. Kationiziranjem se povećava broj kationskih skupina (tab.2) te se adsorbira više bojila, te se apсорpcijski maksimum smanjuje. Ova pojava je naglašenija za liocelni pust kationiziran sa CHPTAC. Na sl.2a vidljiv je apсорpcijski maksimum za liocelni

pust kationiziran s Rewin OS, dok sa CHPTAC nije uočljiv. Primjenom omjera kupelji 1:100 za obje kationizirane površine apsorpcijski maksimum nije uočljiv.



a.



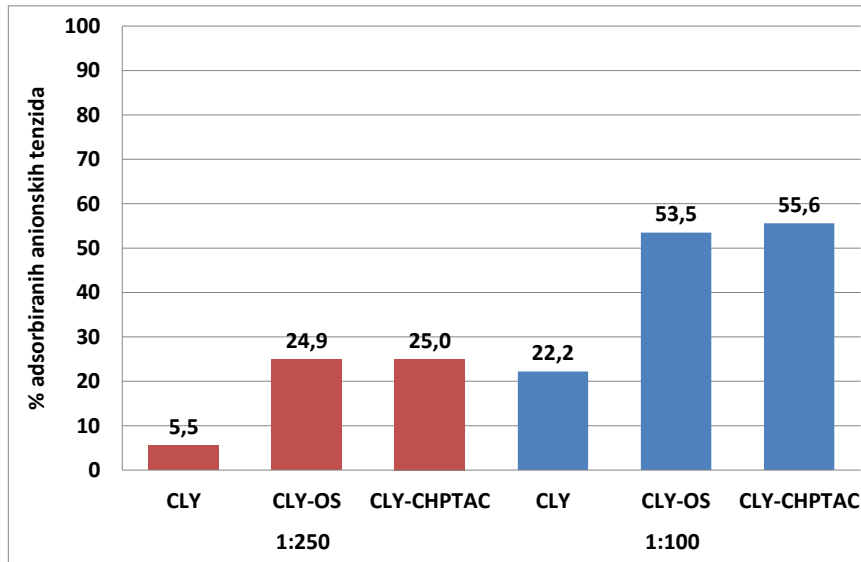
b.

**Slika 2:** Apsorpcijske krivulje realnom uzorku otpadne vode prije i nakon obrade kationiziranim liocelnim pustom u omjeru a. 1:250; b. 1:100

Valja naglasiti da je učinak obezbojavanja naglašeniji primjenom veće mase pusta, odnosno pri omjeru 1:100; te primjenom pusta kationiziranog s 3-kloro-2-hidroksipropil.amonijevim kloridom nego li kationiziranog s Rewin OS (CHT-Bezema).

Provedena je analiza vrste i količine tenzida u uzorku realne otpadne vode. Utvrđeno je potenciometrijski prisustvo samo anionskih tenzida. Rezultati su prikazani na sl.3.

Sa sl. 3. je vidljivo da je adsorpcija anionskih tenzida iz uzorka realne otpadne vode na kationizirane površine – kationizirani liocelni pust (CLY-OS i CLY-CHPTAC) značajno veća nego na nemodificirani (CLY). Primjenom veće mase pusta, pri omjeru 1:100, učinak adsorpcije je veći.



**Slika 3:** Adsorpcija anionskih tenzida iz realne otpadne vode

Valja istaknuti da se u čistim sustavima dobiva 100 % adsorpcija anionskog tenzida 0,0013 M NaDDS na kationizirani liocel [8] ili bojila na pamuk [3-5], no u uzorku otpadne vode to nije tako. Za pretpostaviti je da postoji kompeticija aktivnih mjesta prilikom adsorpcije anionskih sredstava iz uzorka realne vode. Najvjerojatnije dolazi do blokiranja aktivnih mjesta na filtru sa solima koje su se u procesu bojadisanja primijenile kao elektroliti  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ , a poznato je da se iscrpljenje bojila na kationizirane površine smanjuje uz dodatak elektrolita prilikom bojadisanja [5, 9, 10].

Druga kompetitivna reakcija za adsorpciju bojila odvija se s anionskim tenzidom. Za pretpostaviti je da se najprije na aktivna mjesta veže anionski tenzid [11], dok na kraju na preostala mjesta adsorbira bojilo.

#### 4. Zaključak

Preliminarnim istraživanjima ustanovljeno je je došlo do značajnog smanjenja obojenja otpadne vode nakon obrade kationiziranim filtrom, što se vidi iz adsorpcijskih krivulja. Osim smanjenja obojenja dolazi do značajno smanjene količine anionskih tenzida iz otpadne vode. Za pretpostaviti je da postoji kompeticija aktivnih mjesta prilikom adsorpcije anionskih sredstava iz uzorka realne vode. Najvjerojatnije dolazi do blokiranja aktivnih mjesta na filtru sa solima koje su se u procesu bojadisanja primijenile kao elektroliti  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ , a potom s anionskim tenzidom, dok na kraju na preostala mjesta adsorbira bojilo.

Prema rezultatima može se zaključiti da kationizirani liocelni pust može poslužiti kao potencijalni filtar za pročišćavanje otpadnih voda, u primjeni kao filtar za obezbojavanje. Daljnjim istraživanjem treba se utvrditi optimalna količina filtra koja bi bila funkcionalna u uklanjanju bojila i anionskih tenzida iz otpadnih voda i istražiti utjecaj elektrolita koji utječu na iscrpljenje bojila i adsorpciju anionskog tenzida [8].

#### Literatura

- [1] Došen-Šver, D., Bešenski, S.: Nastajanje i karakteristike otpadnih voda tekstilne industrije, *Tekstil* **35** (1986) 5; 325-336.
- [2] Zakon o vodama, N.N., br. 107/95.
- [3] Tarbuk, A.; Grancarić, A. M., Leskovac, M.: Novel cotton cellulose by cationisation during mercerisation - Part 2: Interface phenomena, *Cellulose* **21** (2014) 3; 2089-2099
- [4] Tarbuk, A., Grancarić, A. M. Majcen le Mareshal, A.: Kationiziranje celuloznih materijala – mogućnost primjene u sustavima za pročišćavanje voda, *Tekstil* **61** (2012) 7-12, 346-348
- [5] Tarbuk, A., *et al.*: Cotton Cationized in Mercerization – Material of Added Value or Base for Wastewaters Treatment, *6th International Professional and Scientific Conference "Occupational Safety and Health" BOOK OF PROCEEDINGS / S. Kirin (ur.)*. Karlovac : Karlovac University of Applied Sciences, (2016), 994-999.

- [6] Grgić, K. *et al.*: Kationizirani otpadni celulozni materijal – zeta potencijal i mogućnost primjene, *RIM 2017 – Development and Modernization of Production* / Hodžić, A. ; Eldien Omer, S. ; Hodžić, D.(ur.), Bihać, Bosna i Hercegovina: Univerzitet u Bihaću, Tehnički fakultet, (2017)., 537-542
- [7] Grancarić A.M., Tarbuk A., Pušić T.: Electrokinetic properties of textile fabrics, *Color. Technol.* **121** (2005) 4; 221-227
- [8] K. Višić, et al.: Ionic Surfactant Adsorption on Cationized Lyocell Fibers, *Book of Proceedings of the 8th Central European Conference on Fiber-grade Polymers, Chemical Fibers and Special Textiles* / Dekanić, T.; Tarbuk, A. (ur.), Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, (2015), 103-108
- [9] Grancarić, A.M.; Tarbuk, A.; Jančijev, I. Dyeing Effects of Cationized Cotton, in *Color: Ciencia, Artes, proyecto y enseñanza* / Caivano, J. L.; Lopez, M (Ed.), Buenos Aires: Grupo Argentino del Color, Nobuko, (2006), 39-44
- [10] Chattopadhyay, D.P., Chavan, R.B., Sharma, J.K.: Salt-free reactive dyeing of cotton, *International Journal of Clothing Science and Technology*, **19** (2007) 2, 99-108.
- [11] Simončić, B.; Kert, M: Vpliv structure in sestave površinsko aktivnih snovi na interakcije barvilo – tekstilni substrat, *Tekstilec* **45** (2002) 11.-12, 327-333

## Zahvala

Sveučilištu u Zagrebu na financijskim potporama istraživanju „Funkcionalizacija i karakterizacija tekstilnih materijala za postizanje zaštitnih svojstava“, 2017. voditeljice doc. dr. sc. S. Flinčec Grgac i tvrtki „Unitas“ Zagreb za suradnju u izvedbi ovog rada.

## Autor(i):

Titula Ime PREZIME: Katia Grgić;  
Naziv institucije: Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a  
Tel: +(385) (1) 4877 353

E-mail: [katia.grgic@tff.hr](mailto:katia.grgic@tff.hr)

Titula Ime PREZIME: doc. dr. sc. Anita Tarbuk  
Naziv institucije: Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a  
Tel: +(385) (1) 4877 358

Fax: +(385) (1) 4877 358 E-mail: [anita.tarbuk@tff.hr](mailto:anita.tarbuk@tff.hr)

Titula Ime PREZIME: Prof. dr. sc Branka Vojnović  
Naziv institucije: Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a  
Tel: +(385) (1) 3712 546

Fax: +(385) (1) 3712 599 E-mail: [branka.vojnovic@tff.hr](mailto:branka.vojnovic@tff.hr)

Titula Ime PREZIME: Valerijan Lukač, univ. bacc. ing.  
Naziv institucije: Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a  
Tel: +(385) (1) 3712 546

Fax: +(385) (1) 3712 599

## UTJECAJ UVOJITOSTI NA ELEKTRIČNU VODLJIVOST ELEKTROVODLJIVE PREĐE

### THE IMPACT OF TWISTS ON ELECTRIC CONDUCTIVITY OF ELECTROCONDUCTIVE YARN

Željko PENAVAL; Željko KNEZIĆ & Davor BONEFAČIĆ

**Sažetak:** U radu se istražuje električna vodljivost kao značajno svojstvo elektrovodljive pređe. Prikazan je uređaj za mjerenje električnog otpora niti, te matematički izrazi za izračun električne vodljivosti. Obradeni su rezultati ispitivanja električne vodljivosti na uzorcima jednonitne i končane pređe različitog broja uvoja. Utvrđen je i opisan značajan utjecaj broja uvoja na promjene električne vodljivosti elektrovodljive pređe

**Abstract:** The paper investigates electrical conductivity as a significant property of the conductive yarn. A device for measuring electrical resistance is shown, and the mathematical expressions for calculation of electrical conductivity. The results of the electrical conductivity test on samples of single and twisted yarns of different number of twists were processed. A significant influence of the number of twists on changes in the electrical conductivity of the conductive yarn has been identified and described

**Ključne riječi:** elektrovodljiva pređa, električna vodljivost, broj uvoja, električni otpor

**Keywords:** electroconductive yarn, electrical conductivity, number of twists, electrical resistance

#### 1. Uvod

Unatoč mnogim istraživanjima električnih svojstava elektrovodljivih vlakna i prediva mnogi problemi još uvijek nisu adekvatno riješeni. S električne točke gledišta vodljivost je najvažniji faktor jer električni otpor mora biti dovoljno nizak kako bi omogućio protok električne energije, odnosno prijenos podataka. Dakle, nužno je razviti tehnologije i postupke potrebne za izradu takvih elektrovodljivih vlakana i prediva koji će tekstilu dati taj nužni element dovoljno visoke električne vodljivosti [1].

Kod elektrovodljivih pređa, pored električne vodljivosti vlakana, ukupna vodljivost će ovisiti i o prosječnoj duljini vlakna unutar niti, formiranju stalnih spojeva, te električnom otporu prisutnom na kontaktnim područjima sa susjednim vlaknima [2]. Poznato je da uvijanjem pređe dolazi do sabijanja vlakana kao i njihovog smicanja i sljublivanja te razmještanja u kompaktniju strukturu. Za očekivati je da se time stvaraju dodatni i alternativni elektrovodljivi kontakti što izravno utječe na ukupnu električnu vodljivost pređe [3]. Sukladno tome, može se pretpostaviti slično ili istovjetno ponašanje elektrovodljive končane pređe kod koje uvijanje također utječe na strukturu pojedinačnih niti koje ukončavanjem odnosno međusobnim uvijanjem stvaraju končanu nit [4]. Stoga je cilj ovog eksperimenta istražiti uzroke i posljedice promjena električne vodljivosti vodljive pređe u zavisnosti od broja uvoja kako kod jednonitne tako i kod končane pređe.

#### 2. Električni parametri kod elektrovodljive pređe

Kod tekstilnih niti (pređe) otpor odnosno vodljivost su mjerljivi na dvije točke, uzduž niti koja mora biti uvijek jednako predopterećena (0,5 cN/tex). Najznačajniji električni parametar koji utječe na električnu vodljivost pređe je električni otpor vodiča ili niti (istog poprečnog presjeka) duljine  $l$ , koji se izražava se prema izrazu (1), gdje je  $R$  ( $\Omega$ ) - otpor vodiča,  $l$  (m) - duljina vodiča,  $\rho$  ( $\Omega\text{m}$ ) - specifični električni otpor vodiča,  $A$  ( $\text{m}^2$ ) - poprečni presjek, a  $d$  (mm) - nominalni promjer pređe [5]. Slijedom toga električna otpornost,  $\rho$  ( $\Omega\text{m}$ ), (poznata i kao specifični električni otpor) izražava se kako je navedeno u izrazu(2):

$$R = \frac{l \cdot \rho}{A} = \frac{4 \cdot l \cdot \rho}{\pi \cdot d^2} \quad (1)$$

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot R}{4 \cdot l} \quad (2)$$

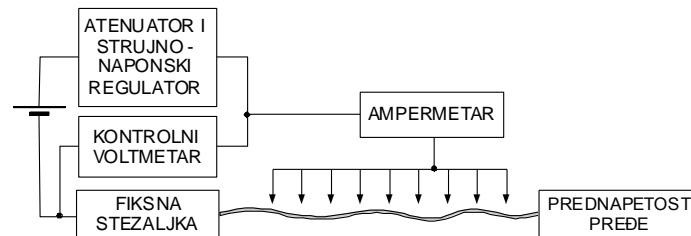
Za ovo istraživanje važna je još jedna električna veličina, a to je električna vodljivost,  $G$  (S). To je fizikalna veličina definirana kao omjer jakosti električne struje  $I$  (A) i napona  $U$  (V), a obrnuto je proporcionalna električnom otporu  $R$  ( $\Omega$ ). Električni otpor se definira kao električna veličina prema izrazu (3) iz čega slijedi i električna vodljivost koja je obrnuto proporcionalna otporu i definira se izrazom (4).

$$R = \frac{U}{I} \quad (3)$$

$$G = \frac{I}{U} = \frac{1}{R} \quad (4)$$

### 3. Eksperimentalni dio

Ispitivanje električne vodljivosti pređe u ovisnosti o broju uvoja provedeno je na eksperimentalnom uređaju u Zavodu za projektiranje i menadžment tekstila na Tekstilno-tehnološkom fakultetu u Zagrebu. Uređaj je izrađen kao samostojeći, s ugrađenim stezaljkama i priključnicama za vanjsko napajanje, te priključkom za digitalni instrument kojim se očitavaju izmjerene vrijednosti jakosti struje [6]. Uređaj je shematski prikazan na slici 1.



**Slika 1:** Shematski prikaz uređaja za ispitivanje električne vodljivosti pređe

Mjerenja električne vodljivosti ispitivanih pređa provedena su na duljini od jednog metra uz postavljanje sile predopterećenja od 0,5 cN/tex. Za mjerenje je upotrijebljen digitalni instrument UT20B.

### 4. Rezultati i rasprava

Kao temeljna priprema istraživanja pripremljeni su uzorci jednonitne i končane pređe istog sirovinskog sastava (PA 6.6 posrebreni) i finoće ali s različitim brojem uvoja. Na pripremljenim uzorcima provedeno je ispitivanje sljedećih parametara: finoće, debljine i uvojitosti. Finoća pređe određivana je prema HRN ISO 2060:1994, debljina pomoću mikroskopa, a uvojitost pređe prema HRN ISO 17202:2003. Prije ispitivanja uzorci su propisno kondicionirani (20°C, vlažnosti 60%). Izmjereni obrađeni rezultati ispitivanja temeljnih karakteristika uzoraka navedeni su u tablici 1.

**Tablica 1:** Deklarirane i izmjerene karakteristike uzoraka vodljivih pređa

Vrsta pređe	Sirovinski sastav	Oznaka uzorka	Finoća Tt (tex)	Debljina d (mm)	Broj uvoja T (u/m)	Broj filamenata	El. otpornost $\rho$ (k $\Omega$ m)
Jednonitna pređa	PA 6.6 posrebren	J1	14	0,152	327	34	7,87-9,84
		J2	14	0,154	480	34	7,87-9,84
		J3	14	0,157	594	34	7,87-9,84
Končana pređa	PA 6.6 posrebren	K1	14 x 2	0,245	197	34 x 2	3,94-5,91
		K2	14 x 2	0,237	295	34 x 2	3,94-5,91
		K3	14 x 2	0,241	404	34 x 2	3,94-5,91

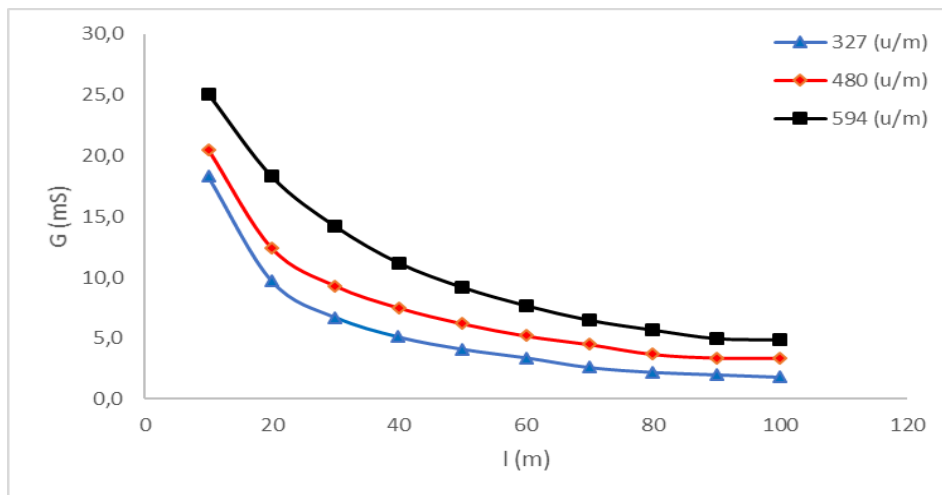
#### 4.1 Ispitivanje električne vodljivosti jednonitnih pređa

U tablici 2 prikazane su vrijednosti jakosti struje očitane na digitalnom instrumentu pri konstantnom naponu od 5 V, uz izračun otpora kao omjera napona i jakosti struje, te električne vodljivosti koja je obrnuto proporcionalna otporu na određenoj duljini jednonitne pređe, a prema izrazima (1) i (2).

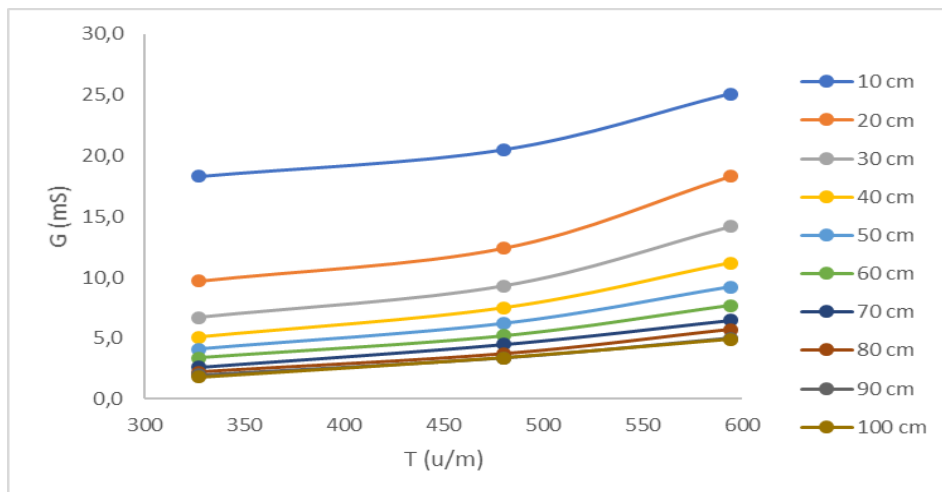
**Tablica 2:** Izmjereni rezultati jakosti struje te izračun otpora i električne vodljivosti za jednonitne pređe

Uzorci	J1			J2			J3		
Dužina l (cm)	Struja I (mA)	Otpor R (Ω)	Vodljivost G (mS)	Struja I (mA)	Otpor R (Ω)	Vodljivost G (mS)	Struja I (mA)	Otpor R (Ω)	Vodljivost G (mS)
10	91,7	54,5	18,3	102,7	48,7	20,5	125,3	39,9	25,1
20	48,6	102,9	9,7	62,2	80,4	12,4	91,5	54,6	18,3
30	33,6	148,8	6,7	46,3	108,0	9,3	70,8	70,6	14,2
40	25,6	195,3	5,1	37,7	132,6	7,5	56,2	89,0	11,2
50	20,6	242,7	4,1	30,8	162,3	6,2	45,8	109,2	9,2
60	17,1	292,4	3,4	25,8	193,8	5,2	38,6	129,5	7,7
70	13,1	381,7	2,6	22,3	224,2	4,5	32,4	154,3	6,5
80	11,2	446,4	2,2	18,6	268,8	3,7	28,3	176,7	5,7
90	10,0	500,0	2,0	17,2	290,7	3,4	25,2	198,4	5,0
100	9,2	543,5	1,8	16,8	297,6	3,4	24,5	204,1	4,9

Iz izmjerenih i izračunatih rezultata prikazanim u tablici 2 primjetno je kako s porastom uvijenosti vodljive pređe pada njen električni otpor, a jakost struje i električna vodljivost rastu. Takvo ponašanje je prisutno kod svih ispitivanih pređa (327 u/m, 480 u/m i 594 u/m). Rezultati su prikazani i grafički na slici 2 i 3.



**Slika 2:** Dijagram ovisnosti između električne vodljivosti (G) i duljini (l) za jednonitne pređe



**Slika 3:** Dijagram ovisnosti između električne vodljivosti (G) i broja uvoja (T) za jednonitne pređe



Krivulje električna vodljivosti i duljina za jednonitnu pređu prikazane na slici 2 pokazuju smanjenje električne vodljivosti s porastom duljine pređe. Kako je sa slike (sl. 2) vidljivo, na svim uzorcima uočava se osjetni pad vodljivosti na kraćim duljinama (do 60 cm) dok na većoj duljini vodljivost vrlo blago opada. Isto tako zamjetno je kako uzorak s najvećim brojem uvoja ima značajno povećanu električnu vodljivost na svim duljinama. Grafikon na slici 3 prikazuje odnos električne vodljivosti i broja uvoja za svaku mjerenu duljinu na pređi. Kod ovih odnosa primijeti se da s povećanjem broja uvoja električna vodljivost značajno raste, dok s duljinom mjenog uzorka opada. Na grafikonu je također vidljivo kako se kod uzorka s najvećim brojem uvoja postiže i najveća električna vodljivost pređe.

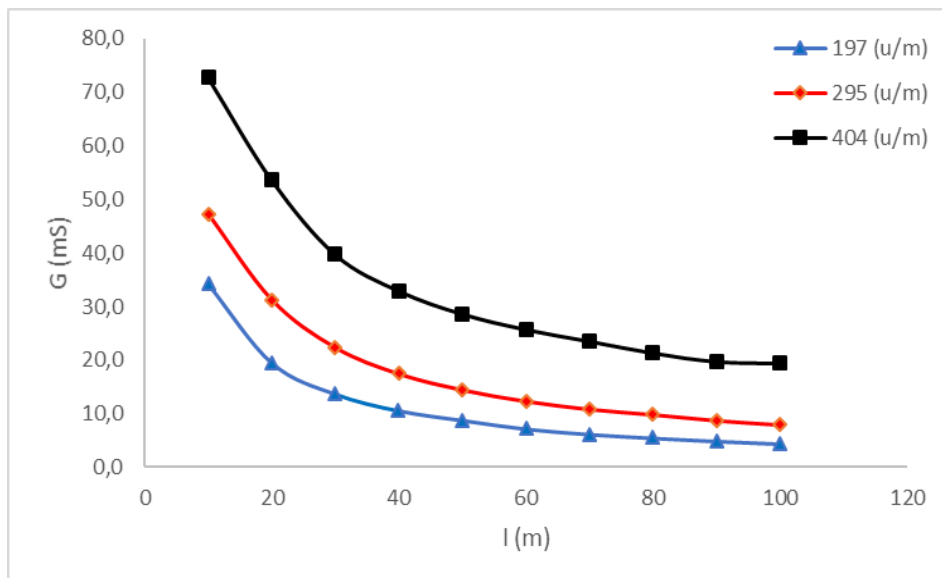
#### 4.2. Ispitivanje električne vodljivosti končanih pređa

U tablici 3 prikazane su vrijednosti jakosti struje očitane na digitalnom instrumentu pri konstantnom naponu od 5 V, te rezultati izračuna otpora i električne vodljivosti na određenoj duljini končanih vodljivih pređa.

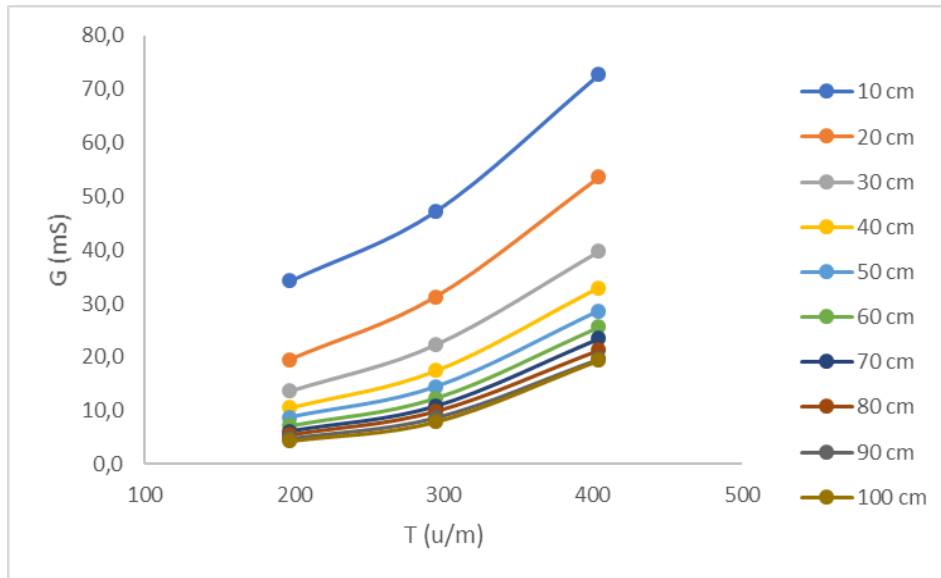
**Tablica 3:** Izmjereni rezultati jakosti struje te izračun otpora i električne vodljivosti za končane pređe

Uzorci Dužina l (cm)	K1			K2			K3		
	Struja I (mA)	Otpor R (Ω)	Vodljivost G (mS)	Struja I (mA)	Otpor R (Ω)	Vodljivost G (mS)	Struja I (mA)	Otpor R (Ω)	Vodljivost G (mS)
10	171,0	29,2	34,2	236,5	21,1	47,3	364,1	13,7	72,8
20	97,5	51,3	19,5	156,4	32,0	31,3	268,2	18,6	53,6
30	68,5	73,0	13,7	112,2	44,6	22,4	198,4	25,2	39,7
40	53,1	94,2	10,6	87,6	57,1	17,5	164,3	30,4	32,9
50	44,0	113,6	8,8	72,4	69,1	14,5	143,2	34,9	28,6
60	36,1	138,5	7,2	62,1	80,5	12,4	128,5	38,9	25,7
70	31,0	161,3	6,2	54,5	91,7	10,9	117,3	42,6	23,5
80	27,5	181,8	5,5	49,3	101,4	9,9	106,7	46,9	21,3
90	24,5	204,1	4,9	44	113,6	8,8	98,6	50,7	19,7
100	22,0	227,3	4,4	39,8	125,6	8,0	96,8	51,7	19,4

Iz izmjerenih i izračunatih rezultata u tablici 3 vidljivo je da s povećanjem duljine končane pređe jakost struje opada, a električna vodljivost se smanjuje. Obzirom na uvojitost uzoraka (197 u/m, 295 u/m, 404 u/m) primjetan je pad vrijednosti struje i vodljivosti, a to se podudara s rezultatima dobivenim kod jednonitne pređe. Izmjerene vrijednosti električne vodljivosti s obzirom na duljinu končane vodljive pređe prikazani su slikama 4 i 5.



**Slika 4:** Dijagram ovisnosti između električne vodljivosti (G) i duljini (l) za končane pređe



**Slika 5:** Dijagram ovisnosti između električne vodljivosti (G) i broja uvoja (T) za končane pređe

Grafikon na slici (sl. 4) prikazuje kretanje električne vodljivosti u odnosu na duljinu končane pređe za svaki od uzoraka s različitim brojem uvoja. Krivulje pokazuju smanjenje električne vodljivosti s porastom duljine pređe kod svih uzoraka. Primjetno je da, za razliku od jednonitne vodljive pređe, kod končane pređe na smanjenje električne vodljivosti broj uvoja u uzorku ima značajno veći utjecaj.

Dijagramima na slici 5 prikazan je odnos električne vodljivosti i broja uvoja za svaku mjerenu duljinu na končanoj vodljivoj pređi. Iz grafikona je očito kako s povećanjem broja uvoja električna vodljivost raste dok je s porastom duljine smanjenje električne vodljivosti značajnije.

## 5. Zaključci

Problematika električne vodljivosti niti u e-tekstilu kao i kod inteligentne odjeće, stalno je prisutna kao problem budući da je riječ o relativno velikim otporima za vodljivi element. Jedno od mogućih rješenja je ukončavanje dvije ili više vodljive niti u cilju smanjenja ukupnog otpora, te posljedično, povećanja električne vodljivosti. Na tom tragu provedena su ova istraživanja iz kojih se mogu izvesti slijedeći zaključci:

- S obzirom na duljinu pređe vodljiva končana pređa ima veću vodljivost odnosno manji električni otpor od jednonitne vodljive pređe, a njihova zajednička karakteristika je osjetno smanjenje električne vodljivosti s duljinom, što je posebno izraženo na duljinama do 60 cm.
- Povećanjem broja uvoja povećava se električna vodljivost i kod jednonitne i kod končane pređe
- Kod jednonitne pređe se povećanjem broja uvoja povećava električna vodljivost, ali značajno manje i slabije nego je to izraženo kod končanih pređa.
- Kod končane pređe porastom broja uvoja značajnije raste električna vodljivost jer nastaju dodatni serijsko-paralelni spojevi nizova „otpornika“ što izravno povećava ukupnu vodljivost.

Za očekivati je da će prikazani rezultati i izvedeni zaključci biti korisni kao informacija za dalja istraživanja poboljšanja sposobnosti vodljivih pređa za prijenos električnih signala i napajanja.

## Literatura

- [1] Penava, Ž.; Milenković, M. & Knezić, Ž.: Povezivanje i spajanje elektronike u e-tekstilu, 5. međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo, Ujević, D.; Penava, Ž. (ur.), str. 301-308, ISSN 1847-2877, Zagreb, Tekstilno-tehnološki fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, (2012.)
- [2] Chawla, S.; Naraghi, M. & Davoudi A.: Effect of twist and porosity on the electrical conductivity of carbon nanofiber yarns, Nanotechnology, 24 (2013) 25, str. 1-9, ISSN 0957-4484
- [3] Maity, S. & Chatterjee, A.: Polypyrrole Based Electro-Conductive Cotton Yarn, Textile Science & Engineering, 4 (2014) 6, str. 1-4, ISSN 2165-8064
- [4] Liu T. et al.: Different number of shares and twists effect to the sensing performance of conductive yarns contains coated carbon fibers, Advanced Materials Research, 148-149 (2011) str. 803-807, ISSN 1662-8985

- [5] Šafárová, V. & Grégr, J.: Electrical conductivity measurement of fibers and yarns, 7th International Conference - TEXSCI 2010, September 6-8, Liberec, Czech Republic, 1-8  
[6] Penava, Ž.; Knezić, Ž. & Kujundžić, M.: Promjene električne vodljivosti u području elastičnosti elektrovodljive pređe, Tekstil, 62 (2013) 5-6, str. 207-214, ISSN 0492-5882

## Zahvala

Ovaj rad je financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom IP-11-2013-6198 Textile Antennas for Smart Environment.

### Autor(i):

Titula Ime PREZIME: Prof. dr. sc. Željko PENA  
Naziv institucije: Tekstilno-tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, Hrvatska  
Tel.: +(385) (1) 3712 576 Fax: +(385) (1) 3712 533

E-mail: [zeljko.penava@tf.hr](mailto:zeljko.penava@tf.hr)

Titula Ime PREZIME: Doc. dr. sc. Željko KNEZIĆ  
Naziv institucije: Tekstilno-tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, Hrvatska  
Tel.: +(385) (1) 3712 576

Titula Ime PREZIME: Prof. dr. sc. Davor BONEFAČIĆ  
Naziv institucije: Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu  
Adresa: Unska 3, 10000 Zagreb, Hrvatska  
Tel.: +(385) (1) 6129 612 Fax: +(385) (1) 6170 007

E-mail: [davor.bonfacic@fer.hr](mailto:davor.bonfacic@fer.hr)

## MODELIRANJE ŽENSKJE BLUZE ZA IZRADU IZ PAMUKA RAZLIČITE BJELINE

### THE WOMEN'S BLOUSE MODELING FOR MAKING IT OF COTTON OF DIFFERENT WHITENESS

Lea BOTTERI; Martina HENDIJA; Ksenija DOLEŽAL & Anita TARBUK

**Sažetak:** Ženska moda je nezamisliva bez bijele bluze, koja je s godinama postala neizostavan odjevni predmet žena svih dobnih skupina, u različitim formalnim, poslovnim, svečanim, a u posljednje vrijeme i u neformalnim prigodama. U ovom radu idejno su osmišljena i modelirana dva modela ženske bluze - jedan klasični za formalne poslovne svrhe i drugi model za dnevni izgled. Primjenom optičkih bjelila mogu se postići visoke bjeline materijala, no ne nužno istog tona. Ovisno o kemijskoj konstituciji optičkih bjelila postiže fluorescencija različitog tona – plavog, ljubičastog i crvenog. Iz tog razloga istražene su bjeline pamučnih materijala za izradu bluzi postignute kemijskim i optičkim bijeljenjem primjenom 1 % bjelila različite konstitucije iz porodice Uvitex® proizvođača Ciba-Geigy AG: Uvitex NFW, Uvitex BHT, Uvitex CF i Uvitex RSB. Spektrofotometrijskim mjerenjem remisije pokazalo se da Uvitex NFW i Uvitex BHT imaju emisiju u plavom a Uvitex CF i Uvitex RSB u crveno-ljubičastom području. Upravo to svojstvo iskorišteno je pri odabiru materijala kao prijedlog za izradu modeliranih ženskih bijelih bluzi.

**Abstract:** Women's fashion is unimaginable without a white blouse. It has become an indispensable item for women of all age groups, in a variety of formal, business, as well as on informal occasions. In this paper, two models of women's blouses are designed and modeled - one classic for formal business purposes and another model for the daily look. Optical brightening with the fluorescent whitening agents (FWA) results in a material of high whiteness, but not necessarily of the same shade. Depending on the FWA chemical constitution, different fluorescence can be achieved - blue, purple and red. For this reason, the cotton material whiteness was researched after chemical bleaching and optical brightening with 1% FWA from the Ciba-Geigy AG Uvitex® family: Uvitex NFW, Uvitex BHT, Uvitex CF and Uvitex RSB. The results of spectral remission measurement showed that Uvitex NFW and Uvitex BHT have emission in the blue, whilst Uvitex CF and Uvitex RSB in the red-violet region. Therefore, that property has been used when selecting the material for modeling women's white blouses.

**Ključne riječi:** Optička bjelila, bjelina, modeliranje i izrada ženske bluze.

**Keywords:** Fluorescent whitening agents (FWA), whiteness, women blouse modeling and making

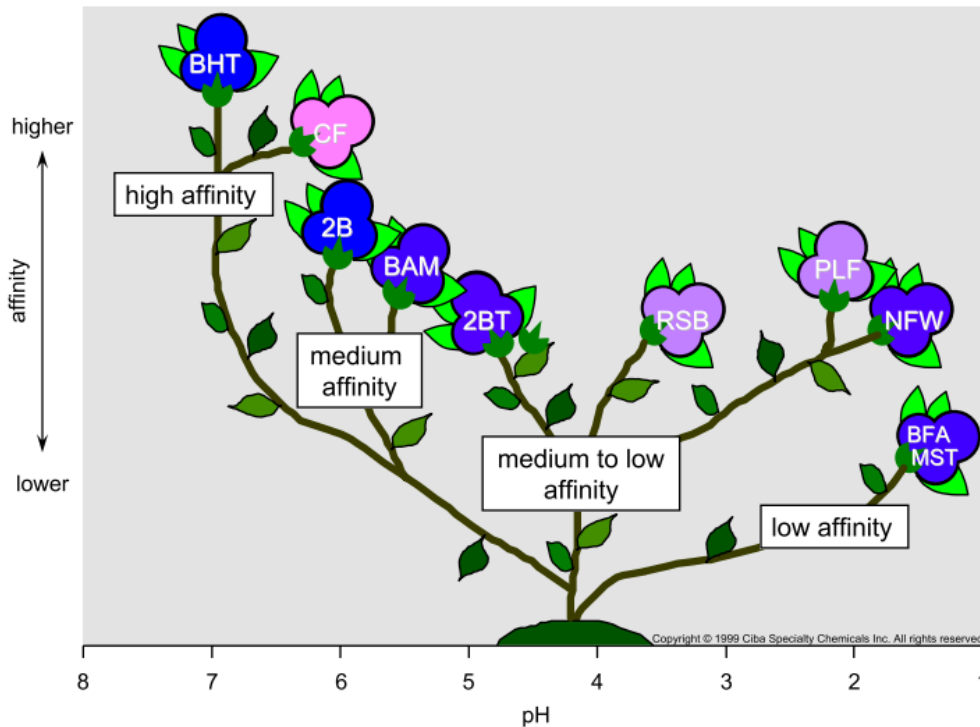
## 6. Uvod

Uz legendarni odjevni predmet „mala crna haljina“ i „bijela bluza“ također zaslužuje svoje mjesto u poslovnom i modnom stilu odijevanja. Ženska moda je nezamisliva bez bijele bluze, koja je s godinama postala neizostavan odjevni predmet žena svih dobnih skupina, u različitim formalnim, poslovnim, svečanim, neformalnim i opuštenim prigodama. Postoji čitav niz dizajnerskih rješenja za taj ženama omiljeni odjevni predmet, ali da bi model dobro pristajao materijal od kojeg se bluza izrađuje mora zadovoljiti i određene kriterije kvalitete. Ženske bijele bluze se izrađuju od različitih prirodnih i umjetnih materijala, ali i dalje često od pamučnog materijala za bluze i košulje.

Kako bi pamučni materijal zadovoljio estetskim izgledom i kvalitetom mora se podvrgnuti raznim postupcima predobrade. Glavna odlika bijele pamučne bluze je njena bjelina, a do nje treba doći postupcima predobrade i obrade pamučne tkanine. Sirova pamučna tkanina sadrži čitav niz primjesa i prirodno je žućkastog obojenja. Mehaničke nečistoće se najvećim dijelom uklanjaju tijekom pređenja, tkanja, čišćenja i slično, stršeća vlakna u procesu smuđenja, dodane primjese uklanjaju se uglavnom tijekom odškrobljavanja i pranja, dok se stečene primjese pamuka uklanjaju u procesu iskuhavanja i bijeljenja. Iskuhavanjem se uklanjaju pektini, voskovi, organske kiseline, proteini i minerali, no obojene tvari – pigmenti ostaju. Danas se najčešće bijeli oksidativnim sredstvima, posebice vodikovim peroksidom pri čemu se obojene tvari razgrađuju, prelaze u bezbojne produkte, te ispiru s materijala. Za postizanje visokih bjelina kemijski bijeljene materijale potrebno je optički bijeliti [1-3].

Djelovanje optičkih bjelila temelji se na fluorescenciji [3-6]. Ona apsorbiraju ultraljubičasto svjetlo (300 - 400 nm), a emitiraju vidljivo svjetlo u plavom području spektra (400 – 500 nm) čime se neutralizira blagi žuti ton pamuka i postiže se dojam visoke bjeline.

Optička bjelila za pamuk po kemijskom sastavu uglavnom su derivati stilbena. Najčešće su to derivati diaminostilbena koji se razlikuju po supstytutentima i broju sulfonskih skupina. U grupaciji Uvitex ® optičkih bjelila (sl.1) izuzetak su Uvitex NFW (derivat distirilbifenila) i Uvitex PLF (derivat triazolil-stilbena) koji nisu derivati diaminostilbena [6].



Slika 1: Uvitex ® optička bjelila – ovisnost afiniteta o pH vrijednosti kupelji [6]

Izborom odgovarajućeg sredstva s maksimumom emisije kod raznih valnih duljina mogu dobiti bjeline različitog tona: plavo 435-440 nm, ljubičasto (crvenkastije) 430-435 nm, plavo-zeleno 440-450 nm.

## 7. Materijali i metode

U ovom radu istražene su različite bjeline pamučnih materijala za izradu bluza postignute kemijskim i optičkim bijeljenjem. Za ovo istraživanje korištena je kemijski bijeljena tkanina iz 100 % pamuka, površinske mase 140 g/m<sup>2</sup> u platno vezu. Za optičko bijeljenje korištena su četiri optička bjelila različite konstitucije i emisije iz porodice Uvitex® proizvođača Ciba-Geigy AG (Tab.1) u optimalnoj koncentraciji od 1 % na masu materijala uz dodatak 5 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Optičko bijeljenje provedeno je postupkom iscrpljenja na aparatu Linitest, Original Hanau, pri OK 1:30, T = 100 °C, t = 30 min. Nakon obrade tkanine su sušene 3 min na 110 °C u rasteznom sušioniku Benz.

Tablica 1: Oznake i nazivi optičkih bjelila

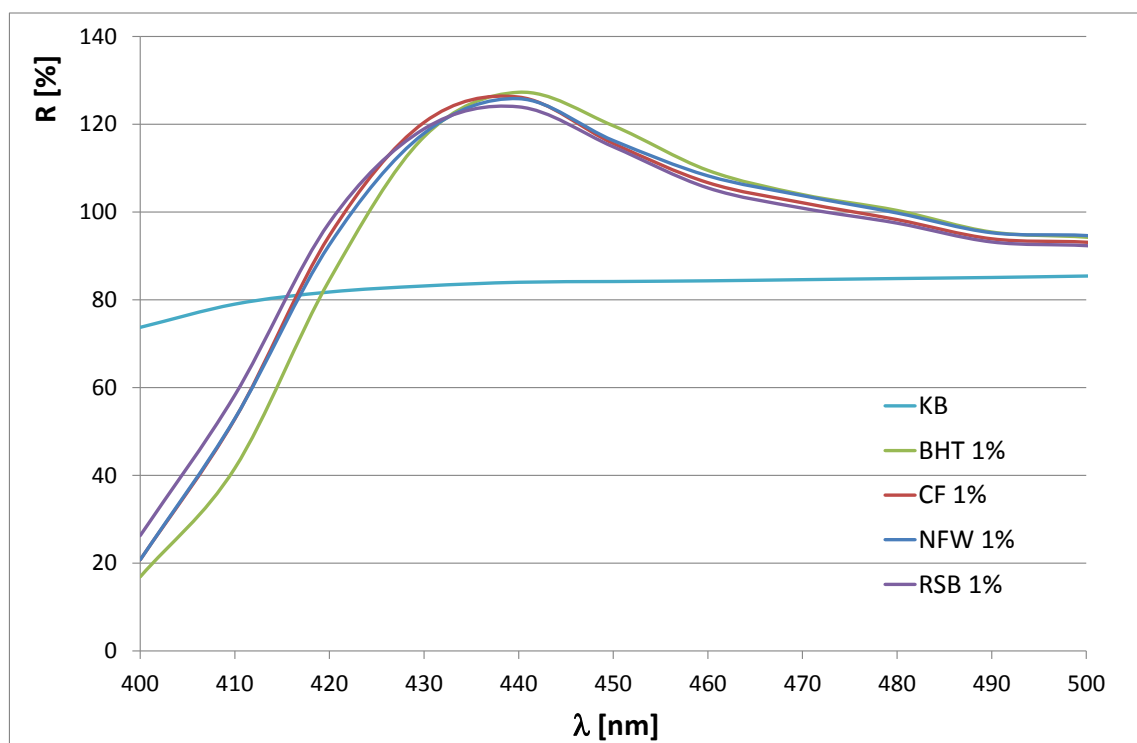
Oznaka	Naziv
BHT	Uvitex BHT; C.I. Fluorescent Brighthener 113 Derivat diaminostilbendisulfonske kiseline, $\lambda_{max} = 440$ nm
CF	Uvitex CF; C.I. Fluorescent Brightener 134 Derivat diaminostilbendisulfonske kiseline, $\lambda_{max} = 430$ nm
NFW	Uvitex NFW; C.I. Fluorescent Brighthener 351 Distiril bifenil derivat, $\lambda_{max} = 435-440$ nm
RSB	Uvitex RSB

Triazin derivat stilben disulfonske kiseline,  $\lambda_{max} = 435-440$  nm

Na remisijskom spektrofotometru Spectraflash SF 300 (Datacolor) izmjerena je spektralna remisija, R. Stupanj bjeline automatski je izračunat prema CIE ( $W_{CIE}$ ) u skladu s ISO 105-J02:1997, a Indeks požućenja (Yellowing Index, YI) prema DIN 6167:1980. Instrumentalno je određeno odstupanje tona boje od neutralno bijele bijelog standarda [7].

## 8. Rezultati s raspravom

U ovom radu kemijski bijeljena pamučna tkanina za bluze je optički bijeljena sa četiri optička bjelila različite konstitucije i emisije svjetlosti sa željom postizanja različite bjeline. Bjelina je kvantificirana spektrofotometrijski. Rezultati su prikazani na sl. 2 i u tab. 2-3. Sukladno rezultatima su dizajnirane i modelirane ženske uzevši u obzir postignute različite stupnjeve bjeline i ton materijala zahvaljujući kojima se postižu različiti vizualni efekti (sl. 3 i 4).



Slika 2: Remisijske krivulje kemijski i optički bijeljenih pamučnih tkanina pri optimalnoj koncentraciji od 1 % na m. m.

Tablica 2: Koordinate boje kemijski i optički bijeljenih pamučnih tkanina pri optimalnoj koncentraciji od 1 % na m. m.

Tkanina	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h$	$x$	$y$
KB	94,60	0,33	2,09	2,12	81,06	0,3179	0,3346
BHT	96,21	3,04	-11,97	12,35	284,25	0,2972	0,3076
CF	95,99	3,65	-12,07	12,61	286,84	0,2977	0,3071
NFW	96,15	2,94	-12,00	12,35	283,79	0,2970	0,3076
RSB	95,82	3,81	-11,90	12,50	287,76	0,2982	0,3072

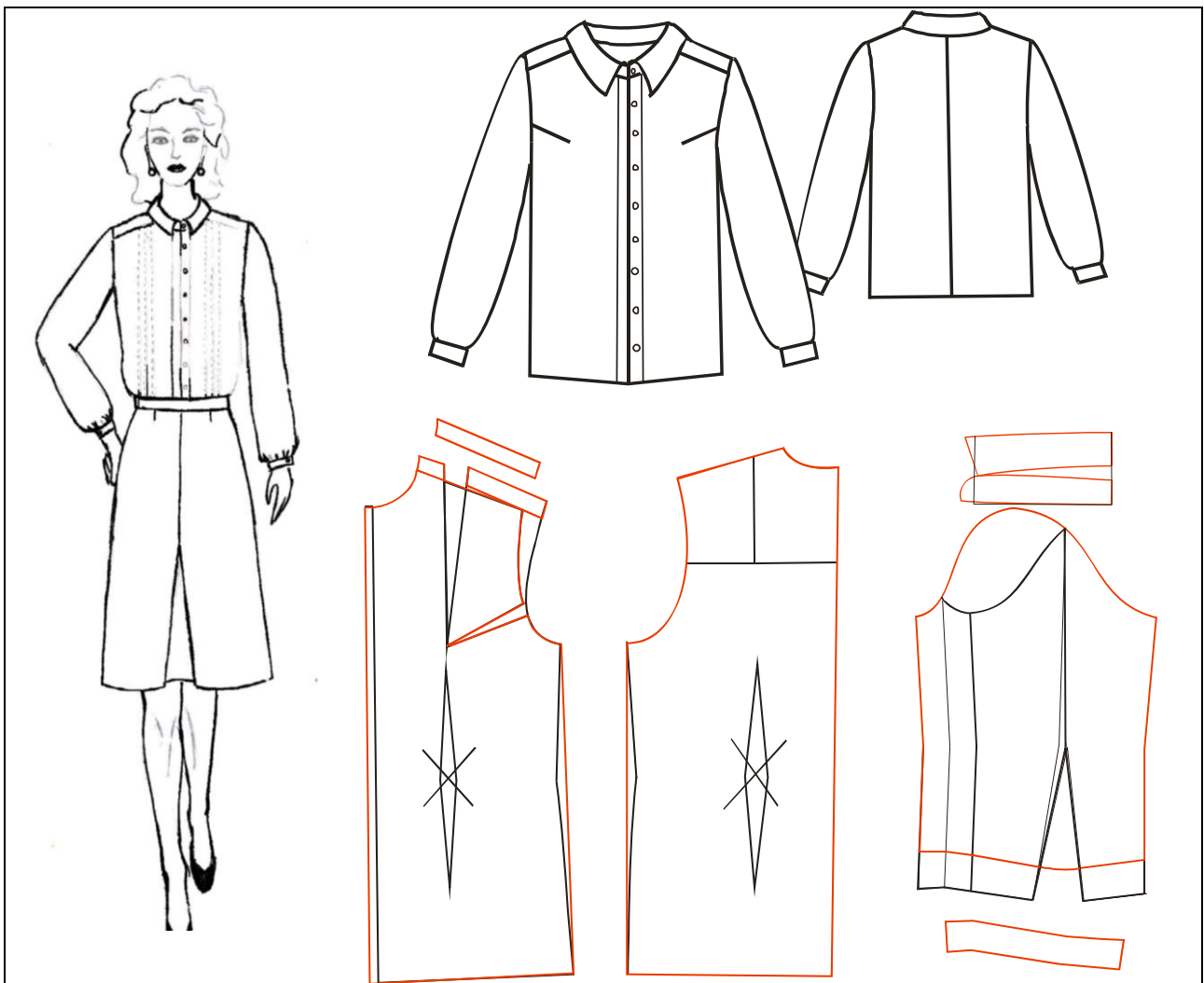
Tablica 3: Bjelina prema CIE ( $W_{CIE}$ ), indeks požućenja (YI), maksimalna remisija i valna duljina pri kojoj je postignuta ( $R_{max}$ ,  $\lambda_{max}$ ) i odstupanje tona boje od neutralno bijele bijelog standarda kemijski i optički bijeljenih pamučnih tkanina pri optimalnoj koncentraciji od 1 % na m. m.

Tkanina	$W_{CIE}$	YI	$R_{max}$	$\lambda_{max}$	Odstupanje tona boje od neutralno bijele bijelog standarda [7]	
					R1	Opis odstupanja
KB	77,2	4,30	89,56	700	R1	Crveno-ljubičasto obojenje u tragovima
BHT	143,6	-21,95	127,27	440		
CF	143,6	-21,75	126,18	440	R1	Crveno-ljubičasto obojenje u tragovima

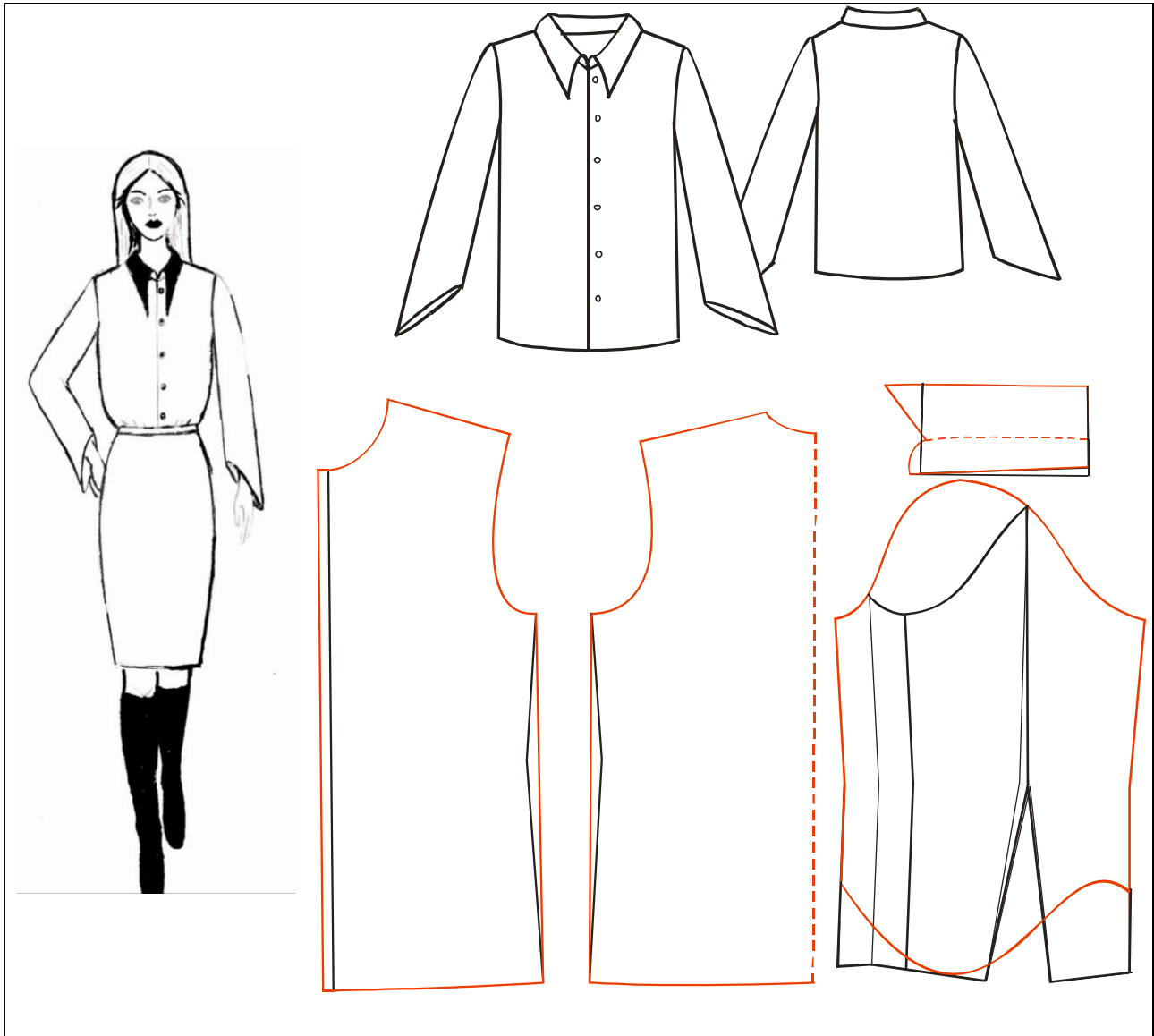
NFW	143,6	-22,10	125,81	440		
RSB	142,5	-21,29	123,95	440	R1	Crveno-ljubičasto obojenje u tragovima

Sirov pamuk sadrži stečene primjese koje mu daju žućkasto obojenje. Iskuhavanjem pamuka uklanjaju se masnoće, voskovi, pektini, proteini i druge organske tvari iz primarne stjenke pamuka, a kemijskim bijeljenjem razgrađuju se pigmenti te pamuk ima stupanj bjeline prema CIE sustavu,  $W_{CIE} = 77,2$  i indeks požućenja,  $YI=4,3$ . To ukazuje da iako su s tkanine uklonjeni pigmenti ona i dalje ima blago žućkasti ton. Za postizanje više bjeline, kemijsko bijeljena tkanina je obrađena optimalnom koncentracijom [5] optičkih bjelila različite konstitucije i tona emisije: Uvitex BHT, Uvitex RSB, Uvitex NFW, Uvitex, CF. Najviši stupanj bjeline ( $W_{CIE} = 143,6$ ) postignut je primjenom Uvitex BHT i remisija s materijala je najviša  $R=127,27\%$ . To potvrđuje i krivulja remisije i svjetlina,  $L^*$ . Iz tab.3 je vidljivo da nema odstupanja tona boje od bijelog standarda. Slično ponašanje pokazuje i tkanina optički bijeljena s Uvitex NFW. U slučaju obrade kemijski bijeljene pamučne tkanine optičkim bjelilom Uvitex CF postiže se isti stupanj bjeline  $W_{CIE} = 143,6$ , ali vidljivo je odstupanje tona: crveno-ljubičasto obojenje u tragovima. Slično ponašanje pokazuje primjena optičkog bjelila Uvitex RSB ( $W_{CIE} = 142,5$ ). Razlog neznatno nižem stupnju bjeline je slabiji afinitet ovog bjelila prema pamučnoj tkanini.

Iz krivulja remisije na sl. 2 vidljivo je da je maksimum remisije pri primjeni 1 % optičkog bjelila različit, iako se iz tab.3 može vidjeti maksimum remisije na 440 nm. Iz nagiba krivulja jasno je vidljivo da se ne radi o istom tonu, već da za Uvitex BHT i Uvitex NFW tkanina ima maksimum remisije na 440 nm što odgovara plavom tonu. S druge strane, primjenom Uvitex CF i Uvitex RSB tkanina ima maksimum remisije na 435 nm (iako se iz vrijednosti izmjerene remisije na ovom spektrofotometru može očitati za 430 nm i 440 nm) što odgovara crveno-ljubičastom tonu.



**Slika 3:** Skica modela i modeliranje ženske bluze na temeljnom kroju bluze s prsnim ušitkom, kroju jednodijelnog rukava i ovratnika iz dva dijela



**Slika 4:** Skica modela i modeliranje ženske bluze na temeljnom kroju bluze bez prsnog ušitka, kroju jednodijelnog rukava i ovratnika iz jednog dijela

Vidljivo je da se visoka bjelina i izvrsne svjetline pamučne tkanine postižu svim optičkim bjelilima, bez obzira na kemijski sastav. Plavo emitirano svjetlo neutralizira žuti ton što znači da će tkanina vizualno izgledati bjelje. Međutim, ipak postoji razlika između četiri optička bjelila kojima je obrađena pamučna tkanina. Obzirom da Uvitex BHT i Uvitex NFW daju pamučnoj tkanini plaviji ton od optičkih bjelila Uvitex CF i Uvitex RSB, može se reći da Uvitex BHT i Uvitex NFW daju bolje bjeline.

Sukladno rezultatima bjeline pamučnih materijala za bluze postignute kemijskim i optičkim bijeljenjem dizajnirane su i modelirane ženske bluze.

Prvi model ženske bluze (sl. 3) namijenjen je odijevanju u poslovnim prilikama. Prednji dio bluze sastoji se od dva dijela, od kojih je gornji dio poprsnica širine 4 cm. U postupku modeliranja kroja korišten je temeljni kroj ženske bluze s prsnim ušitkom [8]. Postupcima modeliranja temeljni kroj je prilagođen zadanom modelu. Stoga je prednjoj sredini pridružen iznos od 1,5 cm odnosno dodatak za jednoređno kopčanje. Prsni ušitak je premješten u područje orukavlja, a bluzica je proširena u struku za iznose ušitaka prednjeg i stražnjeg dijela kao i u području bočnog šava. Ovratnik se sastoji iz dva dijela odnosno gornjeg i donjeg ovratnika. Rukavi na modelu bluze je iz jednog dijela i završavaju s orukvicom. Postupak modeliranja rukava temeljen je na konstrukciji jednodijelnog rukava, a nakon odvajanja orukvice, rukav je proširen za širinu rasporka.

Drugi model ženske bluze (sl. 4) namijenjen je neformalnom odijevanju za dnevne prilike. Za realizaciju modela korišten je temeljni kroj ženske bluze bez prsnog ušitka. Prednjem dijelu, u području prednje sredine, pridružen



je dodatak za kopčanje u iznosu od 1,5 cm. Stražnji dio je iz jednog dijela i nema šava na stražnjoj sredini. Bluza je dodatno proširena u području bočnog šava. Ovratnik je krojen iz jednog dijela, a u gornjem dijelu je produžen. Rukav je iz jednog dijela, prošireni su i asimetrični na duljini. Postupak modeliranja rukava temeljen je na konstrukciji jednodijelnog rukava, proširenog za širinu rasporka te oblikovan prema skici modela.

Valja istaknuti da iako su modeli idejno osmišljeni za različite prilike moguće ih je izraditi u različitim tonovima bjeline. Odabir pamučnih tkanina različitih stupnjeva bjeline ovisit će o željenom učinku/namjeni košulje.

## 9. Zaključak

U ovom radu istražena je mogućnost kombinacije bijelo na bijelom u dizajnu i modeliranju ženske bluze. U tu svrhu kemijski bijeljena pamučna tkanina primjerena za izradu bluza je optički bijeljena sa četiri optička bjelila različite konstitucije i tona. Usporedbom optičkih bjelila pokazalo se da stilbenska optička bjelila Uvitex NFW i Uvitex BHT daju bolje bjeline jer emitiraju u plavom, dok Uvitex CF i Uvitex RSB emitira u crveno-ljubičastom.

To svojstvo je iskorišteno pri dizajnu ženskih bijelih bluza. Idejno su osmišljeni jedan klasični model za formalne poslovne svrhe i drugi manje klasičan model za dnevni look. Na jednom i drugom modelu moguć je odabir pamučnih tkanina različitih stupnjeva bjeline ovisno o željenom učinku/ namjeni.

## Literatura

- [10]Soljačić I.; Grancarić, A. M.: *Vježbe iz procesa oplemenjivanja tekstila*, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN 9539618355, Zagreb, (1995.)
- [11]Soljačić I.: Problematika bijeljenja pamuka vodikovim peroksidom, *Tekstil* **26** (1977) 11, str. 707-718, ISSN 0492-5882.
- [12]Soljačić, I.: O optičkim bjelilima, *Tekstil* **21** (1972) 5, str. 377-398, ISSN 0492-5882.
- [13]Grancarić, A. M.; Soljačić, I.: Einfluss der Konzentration optischer Aufheller auf Fluoreszenz und Weissgrad von Baumwollgeweben, *Melliand Textilber* **62** (1981) 11, 876-882
- [14]Grancarić, A. M.; Tarbuk, A.: Quenching of Fluorescence in World of Whiteness; *Book of Papers of 11th A/C 2009*, Sydney, Australia, str. 395-401, ISBN 1877040 76 2, The Colour Society of Australia, (2009.)
- [15]Discover Uvitex World – The Handbook of Fluorescent Whitening of Textiles, Ciba Specialty Chemicals, 1999.
- [16]Griesser, R.: *Metode i mogućnosti upotrebe metričke ocjene boje bjeline tekstila*, Ciba-Geigy-brošura br. 9334 D, 1980.
- [17]Ujević D.; Rogale D.; Hrastinski M.: *Tehnike konstruiranja i modeliranja odjeće*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, ISBN 978-953-7105-36-5, ZRINSKI d.d. Čakovec, Zagreb, (2010.)

## Zahvala

Ovaj rad izrađen je na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu u Zavodu za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju i u Zavodu za odjevnu tehnologiju u sklopu projekta Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ), br. 9967 Napredni tekstilni materijali dobiveni ciljanom modifikacijom površine (ADVANCETEX - *Advanced textile materials by targeted surface modification.*)

## Autori:

dr. sc. Lea Botteri; Martina HENDIJA, bacc. ing. text. technol.; doc. dr. sc. Anita TARBUK  
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: +385 1 48 77 366 Fax: +385 1 48 77 358

E-mail: [lea.botteri@ttf.hr](mailto:lea.botteri@ttf.hr)  
[anita.tarbuk@ttf.hr](mailto:anita.tarbuk@ttf.hr)  
[kruseljmartina@gmail.com](mailto:kruseljmartina@gmail.com)

doc. dr. sc. Ksenija DOLEŽAL  
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevnu tehnologiju  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: +385 1 3712 561

E-mail: [ksenija.dolezal@ttf.hr](mailto:ksenija.dolezal@ttf.hr)

## UTJECAJ PARAMETARA 3D TISKANJA NA SAVOJNA SVOJSTVA 3D TISKANOG PROIZVODA

### INFLUENCE OF 3D PRINTING PARAMETERS ON FLEXURAL PROPERTIES OF 3D PRINTED PRODUCT

Damir GODEC, Lea MANDIĆ; Robert SURMA, Ana PILIPOVIĆ & Miodrag KATALENIĆ

**Sažetak:** Neki od najvažnijih zahtjeva današnjeg tržišta su povišenje kvalitete proizvoda uz istodobno sniženje troškova, vremena razvoja i proizvodnje. Aditivna tehnologija nudi rješenja tim zahtjevima, a posljednjih nekoliko godina intenzivno se razvijaju niskobudžetni 3D pisači koji rade na načelu taložnog očvršćivanja (FDM/FFF). Obučarstvo je jedno od područja u kojem je primjena aditivnih tehnologija u začetku. Kako bi se mogle iskoristiti sve prednosti postupka 3D ispisa taložnim očvršćivanjem, potrebno je poznavati uvjete primjene 3D ispisanog proizvoda, kao i utjecaj pojedinih parametara 3D ispisa na željena svojstva takvog proizvoda. Stoga je težište u eksperimentalnom dijelu rada bilo na analizi utjecaja dvaju parametara 3D ispisa; volumena ispune i debljine vanjske konture referentnog geometrijskog oblika na savojnu čvrstoću.

**Abstract:** Some of the most important demands of the market are rising product quality together with decreasing costs, development time and production time. Additive technology offers solutions for those demands, and within recent years, there is intensive development of low budget 3D printers working on Fused Deposition Modelling/Fused Filament Fabrication principle (FDM/FFF). Footwear industry is one of the areas where application of additive technologies is at the beginning. In order to be able to exploit all advantages of 3D printing with FDM/FFF technologies, it is necessary to know application conditions of 3D printed product, as well as the influence of 3D printing parameters on target properties of such product. Therefore, the accent in experimental part of this paper is on analysis of two 3D printing parameters; infill density and outer contour thickness of referent geometrical shape on flexural strength.

**Ključne riječi:** taložno očvršćivanje, parametri prerade, ispuna, kontura, savojna čvrstoća.

**Keywords:** Fused Deposition Modelling, processing parameters, infill, contour, flexural strength.

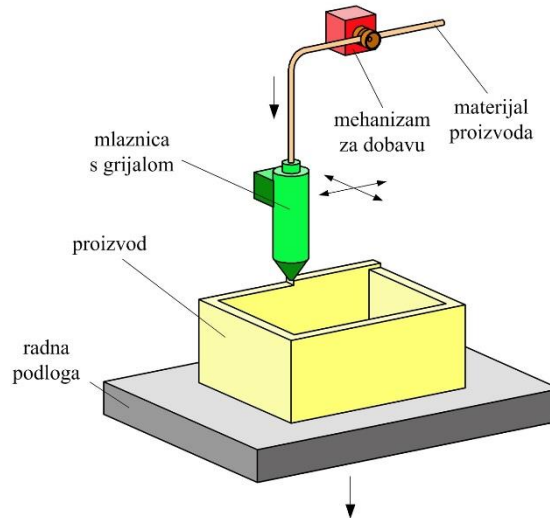
#### 1. Uvod

Aditivna tehnologija je slojevita izrada proizvoda koja se proizvodi izravno na opremi za aditivne postupke na osnovi 3D računalnog modela proizvoda. Na taj se način omogućuje proizvodnja geometrijski složenih oblika kakve nije moguće proizvesti pomoću klasičnih proizvodnih tehnologija. Primjena aditivne tehnologije omogućuje proizvodnju bez alata, što je velika prednost pri razvoju proizvoda, te u proizvodnji pojedinačnih i maloserijskih proizvoda. Tijekom 2007. godine došlo je do jedne od prekretnica na području 3D ispisa, s početkom masovnijeg razvoja, prodaje i primjene niskobudžetnih 3D pisara koji se temelje na postupku taložnog očvršćivanja (eng. *Fused Deposition Modelling* – FDM, *Fused Filament Fabrication* – FFF). Time je tehnologija 3D ispisa postala dostupna široj populaciji korisnika. Razvoj aditivne tehnologije i primjenjivih materijala, s druge je strane omogućio proširivanje primjene te tehnologije na potpuno nova područja kao što su medicina, graditeljstvo, prehrambena industrija, pa tako i obučarstva, gdje se postupci 3D ispisa primjenjuju za razvoj proizvoda i/ili njegovu pojedinačnu i maloserijsku proizvodnju. Kako bi se 3D ispisom izrađivali kvalitetnih prototipovi/proizvodi, potrebno je poznavati uvjete u kojima će se oni primjenjivati, a koji definiraju njihova potrebna svojstva, te istražiti utjecaje pojedinih parametara 3D ispisa na konačna svojstva 3D ispisanog proizvoda. U radu je opisan postupak taložnog očvršćivanja te je analiziran utjecaj geometrijskih parametara 3D ispisanog tvorevine; volumen ispune i debljina vanjske konture na savojnu čvrstoću referentnog geometrijskog oblika (ispitne epruvete).

#### 2. Postupak 3D ispisa taložnim očvršćivanjem

Taložno očvršćivanje je postupak pri kojem se za izradu proizvoda primjenjuje rastaljen, najčešće polimerni materijal. Uređaji za FDM/FFF rade na načelima troosnog NC obradnog centra. Kroz mlaznicu, upravljanu pomoću računala u sve tri osi, prolazi polimerni materijal u obliku žice, koji se u mlaznici zagrijava i tali (Slika 1). Materijal napušta mlaznicu u kapljevitom stanju, a pri sobnoj temperaturi vrlo brzo očvršćuje. Stoga je osnovni zahtjev FDM/FFF procesa održavanje temperature kapljevito materijala malo iznad temperature

očvršćivanja. Tijekom građenja proizvoda materijal se ekstrudira i polaže na željena mjesta u vrlo finim slojevima [1, 2].



**Slika 1:** Postupak taložnog očvršćivanja (FDM/FFF) [1,2]

Radna podloga je kod nekih 3D printera također zagrijana na određenu temperaturu prilikom cijelog postupka. Za izradu proizvoda kompliciranije geometrije može se upotrijebiti i podupor.

S obzirom da je proces proizvodnje FDM/FFF postupkom slojevit, važno je izabrati pravilnu orijentaciju proizvoda tijekom izrade. To je jedna od najbitnijih aktivnosti u pripremi CAD modela za izradu ovim postupkom, jer pravilan raspored slojeva osigurava proizvod od pucanja ili delaminiranja slojeva tijekom primjene. Vrlo je važno unaprijed znati kako će se proizvod koristiti, pod kakvim će biti opterećenjima i pri kojim temperaturama će se odvijati njegova primjena [1,3].

Najčešći materijali koji se u obliku tzv. *filamenta* koriste pri 3D ispisu FDM/FFF postupkom su akrilonitril/butadien/stiren (ABS), polikarbonat (PC), poliamid (PA), savitljivi elastoplastomerni poliuretan (TPU) i polilaktička kiselina (PLA), no trajno se razvijaju novi materijali (npr. drvno-polimerni ili metalno-polimerni kompoziti) [1]. Slika 2 prikazuje moguću primjenu FDM/FFF postupka u obućarstvu [4].



**Slika 2:** Primjer primjene taložnog očvršćivanja (FDM/FFF) u obućarstvu (izrada donjišta, 3D tiskanje na platnu, izrada kopči, i dr.) [4]

### 3. Eksperimentalni dio

U većini dosadašnjih istraživanja uglavnom se ispitivao utjecaj geometrije 3D ispisanog proizvoda i parametara 3D ispisa na rastezna svojstva. Međutim, u okviru ovog rada pretpostavlja se primjena 3D ispisanog proizvoda za dio donjišta obuće. U tom slučaju, kao cilj istraživanja postavlja se ispitivanje promatranih parametara na

savojna svojstva 3D ispisanog proizvoda. Promatrati će se utjecaj dva geometrijska parametra; volumena ispune i debljine vanjske konture proizvoda na savojnu čvrstoću.

### 3.1 Ispuna

Posebnost 3D ispisa je mogućnost izrade proizvoda s rešetkastom unutrašnjošću (eng. *infill*) za razliku od klasične pune/kompaktne unutrašnjosti pri izradi proizvoda klasičnim postupcima proizvodnje. Rezultat je smanjenje utroška materijala pri proizvodnji, skraćivanje vremena proizvodnje, te u konačnici lakši proizvodi. S druge strane, valja biti oprezan pri određivanju volumena (gustoće) ispune kako se u slučaju premalog volumena ne bi ugrozila zahtijevana čvrstoća 3D ispisanog proizvoda. Udio volumena ispune se izražava u % tj. u omjeru unutrašnjeg volumena ispunjenog ispunom i praznog volumena (Slika 3).

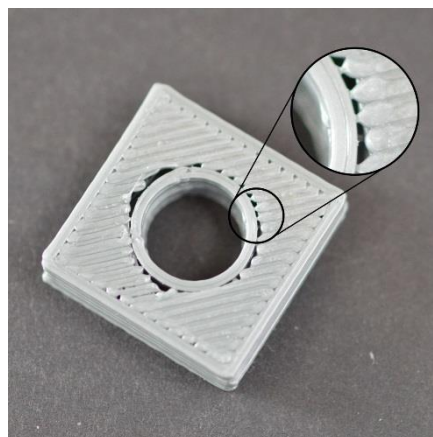


Slika 3: Različiti udjeli volumena ispune [5]

Osim s volumenom ispune, na mehanička i druga uporabna svojstva 3D ispisanog proizvoda, moguće je utjecati i oblikom ispune. Uz rasterske, pravocrtne ispune, većina računalnih programa omogućuje primjenu i drugih oblika ispuna, kao što su šesterokutne (oblik saća), koncentrične ispune, ispune oblika Arhimedove krivulje, oblika Hilbertove krivulje itd.

### 3.2 Vanjska kontura

Sljedeći geometrijski parametar, čiji će se utjecaj na savojnu čvrstoću promatrati je debljina (broj "slojeva") vanjskih kontura (eng. *contour/outline*). Vanjsku konturu predstavljaju vanjski slojevi koji zatvaraju unutrašnjost 3D ispisanog proizvoda, koja se sastoji od ispune i praznog prostora (Slika 4).

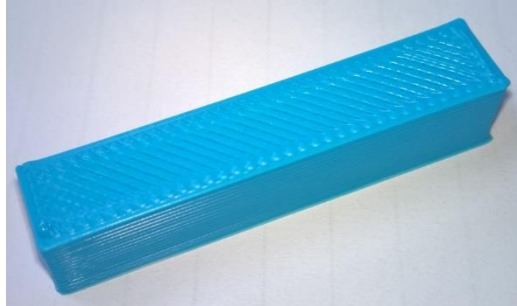


Slika 4: Spoj vanjske konture i ispune (nedovoljno popunjen prostor između konture i ispune) [6]

Iz slike 4 vidljivo je da je osim odgovarajuće debljine konture prilikom 3D ispisa potrebno osigurati i dobro povezivanje konture i ispune. U dosadašnjim istraživanjima, uglavnom je cilj bio istraživanje utjecaja konture na rastezna svojstva (npr. rasteznu čvrstoću) 3D ispisanog proizvoda. Kako se u ovom istraživanju želi analizirati utjecaj konture na savojno opterećeni proizvod, promatrati će se utjecaj konture na savojnu čvrstoću.

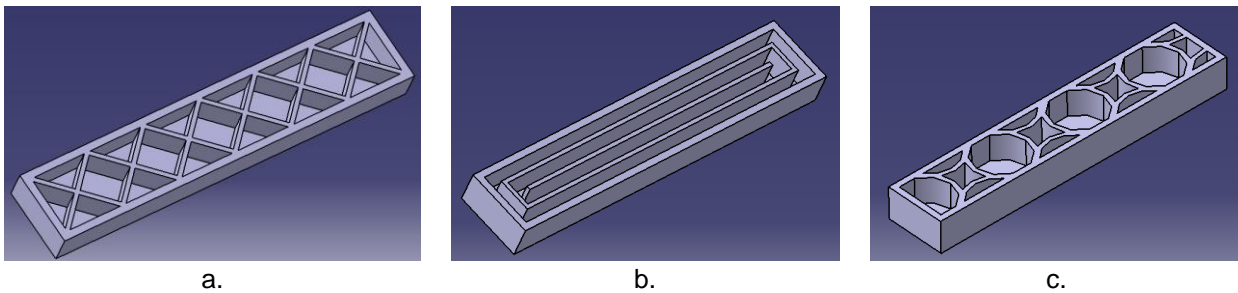
### 3.3 Pretpokus (optimiranje oblika ispune)

Pretpokusom se željelo utvrditi kako različiti oblici ispune mogu utjecati na savojnu čvrstoću 3D tiskane ispitne epruvete. Za potrebe pretpokusa razvijena je ispitna epruveta dimenzija 10 x 10 x 50 mm (Slika 5) što donekle odstupa od norme "HRN\_EN\_ISO178: 2011: *Plastics determination of flexural properties*" koja propisuje debljinu ispitne epruvete od svega 4 mm, jer bi se pri takvoj maloj debljini umanjio utjecaj ispune na svojstva 3D ispisanog proizvoda. Za 3D ispis primjenjivao se 3D pisač *Kloner 3D 300H*, a materijal od kojeg su izrađivane ispitne epruvete bio je ABS.



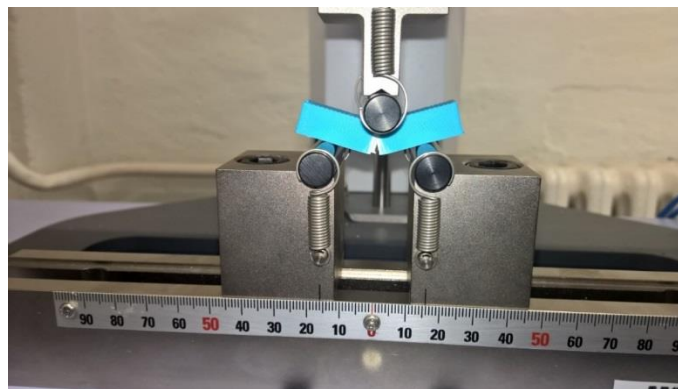
**Slika 5:** Oblik 3D ispisanе ispitne epruvete [3]

Kako računalni program korištenog 3D pisača nije omogućavao automatsko generiranje raznih oblika ispune, pristupilo se modeliranju ispune u CAD računalnom programu. Razvijena su tri tipa ispune: linijska, koncentrična i kružna (Slika 6), te je provedeno ispitivanje svake ispune sa ciljem utvrđivanja najčvršće ispune prilikom djelovanja savojnog opterećenja.



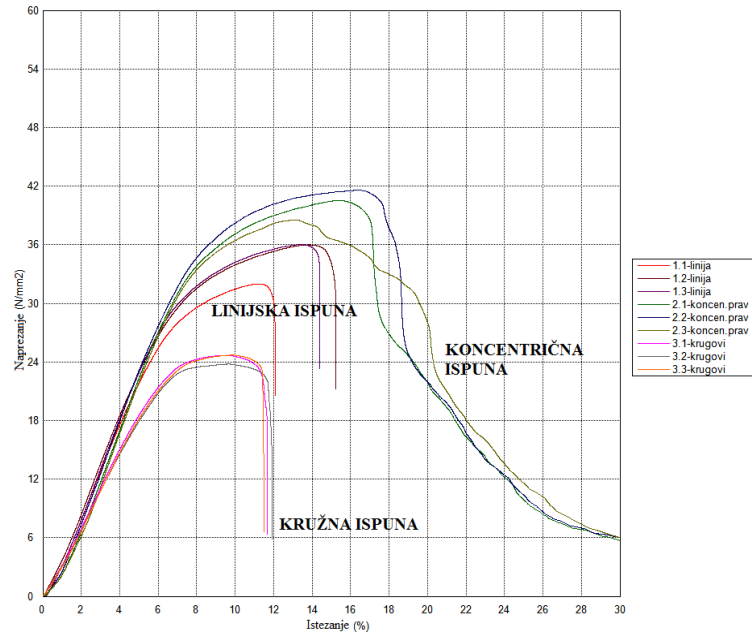
**Slika 6:** Oblici ispuna ispitne epruvete: a - linijska, b - koncentrična, c - kružna [3]

Debljina konture iznosila je 1 mm, debljina ispune 0,6 mm, volumen ispune 30 %, a ispitne epruvete su izrađivane s debljinama slojeva 0,3 mm. Ispisane ispitne epruvete ispitivane su na kidalici proizvođača *Shimadzu*, maksimalne sile 10 kN (Slika 7).



**Slika 7:** Ispitivanje savojne čvrstoće tijekom pretpokusa [3]

Ispitivanjem sva tri oblika ispuna (za svaki oblik su ispitivane po tri ispitne epruvete) dobivene su krivulje ovisnosti deformacije o savojnom opterećenju (Slika 8). Kako je koncentrični oblik ispune pokazao najvišu savojnu čvrstoću, taj oblik ispune je primijenjen u glavnom pokusu.



Slika 8: Dijagram savojno naprezanje – istezanje [3]

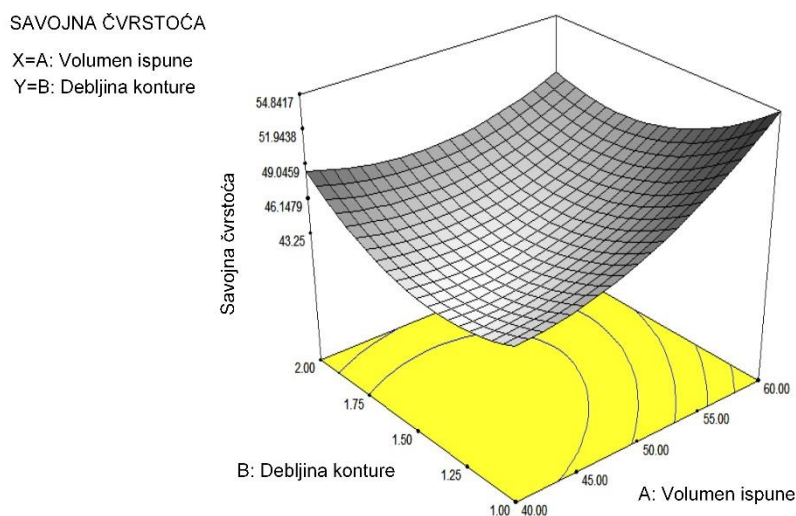
### 3.4 Glavni pokus (utjecaj volumena ispune i debljine konture na savojnu čvrstoću)

Tijekom glavnog pokusa, ispitivane su ispitne epruvete volumena koncentrične ispune u rasponu 40 do 60 % s debljinama kontura od 1 do 2 mm (korak 0,5 mm), a različite kombinacije dobivene su pomoću programskog paketa *DesignExpert*. Za potrebe ispitivanja i prikaza rezultata, primijenjen je centralno-kompozitni plan pokusa s dva promjenjiva parametra (Tablica 1).

Tablica 1: Vrijednosti zadanih parametara u glavnom pokusu [3]

Faktor	Naziv	Jedinica	Donja granica	Gornja granica
A	Volumen ispune	%	40	60
B	Debljina konture	mm	1,00	2,00

Centralno-kompozitni plan pokusa predviđao je 11 stanja pokusa, od čega su provedena 3 ponavljanja u centru pokusa kako bi se utvrdila greška pokusa. Nakon provedenog 3D ispisa, ispitne epruvete su ispitivane na kidalici. Obradom podataka dobivena je odzivna krivulja (Slika 9), koja prostorno prikazuje ovisnost savojne čvrstoće o volumenu ispune i debljini konture.



Slika 9: Ovisnost savojne čvrstoće ispitne epruvete o volumenu ispune i debljini konture [3]

## 4. Rezultati i rasprava

Pri analizi ispitnih epruveta opterećenih savojnim opterećenjem, ostvaren je neočekivani rezultat da je najviša vrijednost savojne čvrstoća od 54,84 N/mm<sup>2</sup> postignuta pri maksimalnom volumenu ispune (60 %) i minimalnoj debljini konture (1,00 mm). Takav rezultat moguće je objasniti dominantnim utjecajem volumena ispune na savojnu čvrstoću 3D ispisanog proizvoda, dok je sama debljina konture imala bitno manji utjecaj. Stoga se povećanjem debljine konture, istodobno smanjuje apsolutni volumen ispune (smanjen je volumen unutrašnjosti ispitne epruvete) i time utječe na smanjenje savojne čvrstoće.

## 5. Zaključak

U radu je načinjena analiza utjecaja dva geometrijska parametra 3D ispisanog proizvoda (volumen ispune i debljina konture) na savojnu čvrstoću referentne geometrije. Utvrđena je dominacija volumena ispune pred debljinom konture, uz logični trend porasta savojne čvrstoće s povećanjem volumena ispune. U daljnjim istraživanjima valja ispitati utjecaje parametara 3D pisača (npr. temperatura rastaljenog filameta, debljina sloja) na savojna svojstva 3D ispisanog proizvoda, kao i optimirati promatrane parametre prema željenoj funkciji cilja.

### Literatura

- [1] Godec, D.; Šercer, M.: *Aditivna proizvodnja*, Sveučilišni udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, ISBN 978-953-7738-26-6, Zagreb, (2015)
- [2] Gebhardt, A.: *Understanding Additive Manufacturing*, Carl Hanser Verlag, ISBN 978-3-446-42552-1, München, (2012)
- [3] Mandić, L.: *Utjecaj konstrukcijskih značajki na mehanička svojstva 3D tiskane tvorevine*, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, (2017)
- [4] Murray, B.: *'shoetopia' project makes sneakers sustainable with biodegradable footwear, 3D-printed on demand*, Dostupan na: <https://www.designboom.com/technology/shoetopia-project-04-21-2017/>, Pristupljeno: 2017-12-17
- [5] N.N.: *What is the influence of infill %, layer height and infill pattern on my 3D prints? Dostupan na: http://my3dmatter.com/influence-infill-layer-height-pattern/*, Pristupljeno: 2017-12-16
- [6] N.N.: *Print quality troubleshooting guide*, Dostupan na: <https://www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting/>, Pristupljeno: 2017-12-17

### Zahvala

Članak je dio istraživanja u okviru projekta *Povišenje učinkovitosti razvoja i preradbe polimernih proizvoda*, kojeg financira Ministarstvo znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske. Autori se zahvaljuju na financiranju projekta.

### Autor(i):

izv. prof. dr.sc. Damir GODEC  
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje  
Adresa: Ivana Lučića 5, 10000 Zagreb  
Tel: +385 (0)1 6168 192 Fax: +(385) (1) 6168 291 E-mail: damir.godec@fsb.hr

Lea MANDIĆ, mag. ing. mech.  
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje  
Adresa: Ivana Lučića 5, 10000 Zagreb  
Tel: +385 (0)1 6168 192 Fax: +(385) (1) 6168 291 E-mail: lea.mandic1@gmail.com

Robert SURMA, mag. ing. mech.  
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje  
Adresa: Ivana Lučića 5, 10000 Zagreb  
Tel: +385 (0)1 6168 192 Fax: +(385) (1) 6168 291 E-mail: robert.surma@fsb.hr

Doc. dr.sc. Ana PILIPOVIĆ  
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje  
Adresa: Ivana Lučića 5, 10000 Zagreb  
Tel: +385 (0)1 6168 292 Fax: +(385) (1) 6168 291 E-mail: ana.pilipovic@fsb.hr

Miodrag KATALENIĆ  
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje  
Adresa: Ivana Lučića 5, 10000 Zagreb  
Tel: +385 (0)1 6168 192 Fax: +(385) (1) 6168 291 E-mail: miodrag.katalenic@fsb.hr

## PRIMJENJIVOST OJAČALA IZ VLAKANA LANA I KONOPLJE ZA POLIMERNE KOMPOZITNE MATERIJALE

### APPLICABILITY OF FLAX AND HEMP FIBER REINFORCEMENTS FOR POLYMER COMPOSITE MATERIALS

Antoneta TOMLJENović & Ivana KUKIĆ

**Sažetak:** Primjena polimernih kompozitnih materijala, ojačanih prirodnim stabljичnim lanenim i konopljinim vlaknima, kao alternative općeprihvaćenim kompozitnim materijalima ojačanim anorganskim staklenim vlaknima, predstavlja značajan doprinos brizi za okoliš. Pitanje tehnološke iskoristivosti biljke uljanog lana i konoplje u hrvatskom gospodarstvu, ali i zemljama okruženja, izuzetno je bitna tema s obzirom na to da se stabljike uljanog lana i konoplje uglavnom zbrinjavaju zaoravanjem ili spaljivanjem poslije prikupljanja sjemena. Kako se mehanička svojstva vlaknima ojačanih polimernih kompozita mijenjaju ovisno o vrsti i svojstvima gradbenih komponenti, o usmjerenosti vlakana i načinu ojačanja matrice, u radu je vrjednovana kvaliteta duljih tehničkih vlakana predivog i uljanog lana te vlakana konoplje u usporedbi s monofilamentnim staklenim vlaknima – ispitivanjem duljine, finoće, čvrstoće i sorpcijskih svojstava. Razrađenim laboratorijskim mokrim postupkom izrađena je visokoorijentirana pređa iz tehničkih vlakana predivog i uljanog lana te vlakana konoplje. Vrjednovana je njihova kvaliteta u usporedbi s roving pređom iz staklenih vlakana – ispitivanjem finoće, promjera, sorpcijskih svojstava i čvrstoće pređe.

**Abstract:** The use of polymer composite materials, reinforced with natural bast flax and hemp fibers, as an alternative to generally accepted composite materials reinforced with inorganic glass fibers, represents a significant contribution to environmental concerns. The question of the technological usability of linseed flax and hemp plants in the Croatian economy is an extremely important issue because plant steams usually were disposed by ploughing or burning in the field after seed harvesting. As the mechanical properties of fiber reinforced polymer composites are changing depending on the type and properties of components, fiber orientation, and matrix reinforcement, the paper evaluated the quality of longer technical linseed, fiber flax, and hemp fibers compared to the monofilament glass fibers - by testing of their length, fineness, tensile and sorption properties. A highly oriented roving yarns made of technical linseed, fiber flax, and hemp fibers was produced by laboratory developed wet process method. Their quality is compared with glass roving - by testing of yarn fineness, diameter, tensile and sorption properties.

**Ključne riječi:** tehnička vlakna konoplje, uljanog i predivog lana, staklena vlakna, visokoorijentirana pređa, polimerni kompoziti, ispitivanje primjenjivosti

**Keywords:** technical fibers of hemp, fiber and linseed flax, glass fibers, roving yarn, polymer composites, applicability testing

#### 1. Uvod

Kompozitni materijali nastaju spajanjem dvaju ili više materijala bitno različitih fizikalnih ili kemijskih svojstava s ciljem dobivanja materijala takvih svojstava kakva ne posjeduje niti jedna komponenta sama za sebe. Na taj se način utječe na promjenu krutosti, tvrdoće, čvrstoće i mase materijala te toplinske, kemijske otpornosti ili vodljivosti. Kompozitni materijali su izgrađeni iz ojačala i matrice, a s obzirom na vrstu primijenjene matrice mogu biti metalni, keramički i polimerni. Za izradu polimernih kompozitnih materijala najčešće se kao matrica primjenjuju polimeri na osnovi naftnih derivata: duromeri - termostabilne smole i polimeri kao što su npr. nezasićene poliesterske, fenolne ili epoksi smole i guma, te plastomeri - termoplastični polimeri kao što su npr. polietilen, polipropilen ili polivinil klorid. Polimerni kompoziti se najčešće ojačavaju anorganskim sintetskim vlaknima - staklenim, ugljikovim ili aramidnim. Primjena biokompozita, ojačanih prirodnim celuloznim vlaknima, kao alternative opće prihvaćenim kompozitnim materijalima ojačanim anorganskim vlaknima predstavlja značajan doprinos brizi za okoliš. Iako se tijekom zadnjih 10 godina potrošnja celuloznih vlakana za ojačanje polimernih kompozita, izuzevši pamučna i drvena vlakna, povećala tri puta, tako ojačani kompoziti čine samo 1,9 % od 2,4 miliona tona vlaknima ojačanih kompozita na tržištu Europske Unije [1, 2].

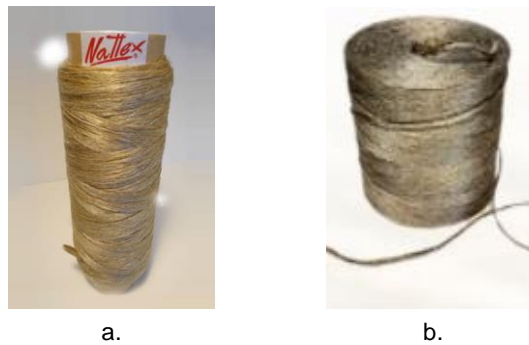
Zbog niže gustoće (oko 1,5 g/cm<sup>3</sup>) u odnosu na staklena vlakna, stabljичna biljna vlakna omogućuju smanjenje mase kompozitnih materijala. Osim što su u odnosu na ostala biljna vlakna iznimno otporna na djelovanje vlažnih opterećenja, ona su netoksična, biorazgradiva, oporabljiva te s tim u vezi ekološki prihvatljiva, iako



dostupna jer se dobivaju iz obnovljivih izvora, a time i ekonomičnija u usporedbi s anorganskim vlaknima. No, valja istaći i njihove nedostatke, kao što su slaba toplinska postojanost pri višim temperaturama, niska otpornost na gorenje, veća higroskopnost i hidrofilnost, odnosno sposobnost apsorpcije vlage i vode što utječe na dimenzijsku stabilnost i kvalitetu adhezije između matrice i ojačala u kompozitnim materijalima [1, 2].

Ojačala za izradu polimernih kompozita iz stabljičnih vlakana mogu se podijeliti u dvije skupine: ojačala koja su izrađena samo iz vlakana i ojačala impregnirana smolom koja će se koristiti za izradu kompozitnih materijala. Mogu biti priređena u obliku: kratkih vlakana, predene pređe ili češće visoko orijentirane pređe iz duljih vlakana (roving pređe), netkanih ojačala i tkanih ojačala – istosmjerno, dvosmjerno ili višesmjerno orijentiranih. Na europskom tržištu roving pređe iz duljih tehničkih vlakana lana i konoplje se proizvode kao visokoorijentirane pređe iz paraleliziranih vlakana male uvojitosti ili bez uvoja. Za izradu pređe male uvojitosti uobičajeno se primjenjuje industrijski postupak suhog pređenja kod kojeg se paralelizirana vlakna u obliku pramena istežu uz istovremeno uvijanje. Tijekom izrade roving pređe bez uvoja, mokra stabljična vlakna prolaze kroz vruću vodu, zaostali pektini se omekšavaju, a pređa se uz dodatno škrobljenje, oblikuje i usmjerava prolaskom između valjaka [3].

Na slici 1 je prikazana lanena škrobljena roving pređa bez uvoja tt. Dehondt (dostupna u rasponu finoća od 1000 do 10000 tex-a) te roving pređa male uvojitosti tt. Safilin dobivena suhim postupkom pređenja (svojstva definiranih u tablici 1).



**Slika 1:** Lanena roving pređa: a. Nattex Roving® bez uvoja, tt. Dehondt Groupe; b. male uvojitosti, tt. Safilin [4, 5]

**Tablica 1:** Karakteristike roving pređe male uvojitosti tt. Safilin [4]

Svojstvo/ uzorak	Finoća [tex]	Uvojitost [uv/m]	Prekidna sila [N]	Prekidno istezanje [%]
1.	200	72	22	1,2
2.	400	40	32	1,0
3.	1000	30	164	1,9
4.	2800	20	309	1,8

Uz činjenicu da su lan i konoplja biljke koje tradicionalno dobro uspijevaju na području Europe, valja istaknuti i nastojanja za revitalizacijom njihova uzgoja u Hrvatskoj i zemljama okruženja. Pritom se, osim u revitalizaciju uzgoja predivog lana, dosta ulaže i u uzgoj uljanog lana i industrijske konoplje, veoma cijenjenih sirovina za dobivanje ulja visokih nutritivnih vrijednost. Pitanje tehnološke iskoristivosti biljaka uljanog lana i konoplje u hrvatskom gospodarstvu, ali i zemljama okruženja, izuzetno je bitna tema s obzirom na to da se stabljike uljanog lana i konoplje uglavnom zbrinjavaju zaoravanjem ili spaljivanjem poslije prikupljanja sjemena.

Kako se mehanička svojstva vlaknima ojačanih polimernih kompozita mijenjaju ovisno o vrsti i svojstvima gradbenih komponenti, o usmjerenosti vlakana i načinu ojačanja matrice, u radu je vrjednovana kvaliteta duljih tehničkih vlakana predivog i uljanog lana te vlakana konoplje u usporedbi s monofilamentnim staklenim vlaknima - ispitivanjem duljine, finoće, čvrstoće i sorpcijskih svojstava. Razrađenim laboratorijskim mokrim postupkom izrađena je visokoorijentirana neuvijena pređa iz tehničkih vlakana predivog i uljanog lana te vlakana konoplje. Vrjednovana je kvaliteta pređa izrađenih iz stabljičnih vlakana u usporedbi s roving pređom iz staklenih vlakana, a u svrhu utvrđivanja njihove primjenjivosti za ojačanje polimernih kompozitnih materijala – ispitivanjem finoće, promjera, sorpcijskih svojstava i čvrstoće pređe.

## 2. Eksperimentalni dio

### 2.1 Primijenjeni materijali

Za izradu visukoorijentirane pređe primijenjena su:

- tehnička vlakna predivog lana, izvor: Križevci, Hrvatska;
- tehnička vlakna uljanog lana, izvor: Bela Krajina, Slovenija;
- tehnička vlakna konoplje, proizvođač: W. Kirchoff GmbH, Njemačka.

Paraleliziranjem i dodatnim češljanjem snopa tehničkih valakana (Slika 2) izdvojena su dulja vlakna i označena kao: predivi lan (PL), uljani lan (UL) i konoplja (K). U svrhu usporedbe, u radu su primijenjena i E-staklena monofilamentna vlakna (označena oznakom S) koja se koriste za izradu roving pređe za ojačanje polimernih kompozita.



a.



b.



c.



d.

**Slika 2:** Priprema vlakana: a. paraleliziranje vlakana uljanog lana, b. češljanje vlakana uljanog lana; c. snop vlakana konoplje; d. češljanje vlakana konoplje

Razrađenim laboratorijskim mokrim postupkom bez škrobljenja pređe [6] izrađena je visukoorijentirana neuvijena pređa iz tehničkih vlakana predivog i uljanog lana te vlakana konoplje po uzoru na roving iz E-staklenih vlakana finoće 600 tex (Slika 3). S ciljem dobivanja pređe finoće oko 600 tex-a izdvajani su snopići vlakana od 0,5 g, a vlakna jednoliko raspoređena na duljini od 70 - 80 mm. Snopić je namočen u hladnoj vodi te razvučen na duljinu od 90 do 100 mm i 6 sekundi izložen djelovanju vode temperature 70 °C u svrhu omekšavanja pektina i međusobnog sljepljivanja tehničkih vlakana. Snopić vlakana potom je položen u utor širine 2,5 mm i duljine 1,5 m, na podlozi laboratorijskog uređaja za formiranje niti pređe. Uz opterećenje od 1 kg i 6 uzastopnih prolaza pritiskom dijelom uređaja s kotačićem širine jednake širini utora provedeno je završno oblikovanje pređe te naknadno sušenje na sobnoj temperaturi.



a.



b.



c.



d.



e.



f.

**Slika 3:** Priprava visukoorijentirane pređe iz duljih vlakana predivog lana: a. snopići vlakana, b. močenje snopića vlakana u hladnoj vodi, c. razvlačenje snopića vlakana, d. izlaganje snopića vlakana djelovanju vode temperature 70 °C, e. prolaz pritiskom dijelom uređaja s kotačićem, f. sušenje pređe pri sobnoj temperaturi

### 2.2 Primijenjene metode

U radu je vrjednovana kvaliteta duljih tehničkih vlakana predivog i uljanog lana te vlakana konoplje u usporedbi s monofilamentnim staklenim vlaknima ispitivanjem:

- duljine tehničkih vlakana (mm) na uzorku od 100 vlakana metodom pojedinačnog mjerenja prema HRN ISO 6989:2003, metodom A;
- finoće vlakana (dtex) na uzorku od 100 vlakana titrajnom metodom prema HRN EN ISO 1973:2008 uz predopterećenje od 0,5 cN/tex, pri čemu je duljina ispitivanih vlakana bila 60 mm, a uzorak izdvojen izrezivanjem odreska iz sredine snopa vlakana;

- vlačnih svojstava vlakana na uzorku od 100 vlakana prema HRN EN ISO 5079:2003 na kidalici Tensolab 3000 tt. Mesdan uz brzinu istezanja od 20 mm/min, predopterećenje od 0,5 cN/tex i udaljenost između stezaljki od 20 mm kojom je osigurano da su u tehničkom lanenom vlaknu obuhvaćena gotovo sva elementarna vlakna. Kao rezultat ispitivanja dana je prosječna vrijednost prekidne sile (cN), prekidnog istezanja (%) i vlačne čvrstoće (cN/tex) uz pripadajuću vrijednost koeficijenta varijacije;
- sadržaja vlage u vlaknima prema ASTM D 2654-89a metodom sušenja. Uzorci vlakana mase oko 1g su kondicionirani u prostoru standardne atmosfere (temperature:  $20 \pm 2$  °C i relativne vlažnosti zraka:  $65 \pm 4$  %) tijekom 24 sata te im je utvrđena kondicionirana masa ( $m_k$ ). Potom su 24 sata sušeni na temperaturi od  $105 \pm 2$  °C te im je utvrđena apsolutno suha masa ( $m_{as}$ ). Količina vlage ( $V_r$ ) je izračunata prema izrazu:

$$V_r = \frac{m_k - m_{as}}{m_{as}} \times 100 \text{ (%)}$$
 (1)

Vrjednovana je i kvaliteta visokoorijentiranih pređa izrađenih iz stabljičnih vlakana u usporedbi s roving pređom iz staklenih vlakana ispitivanjem:

- finoće pređe prema modificiranim zahtjevima norme HRN EN ISO 2060:2008 na uzorcima duljine 10 m;
- promjera pređe na mikroskopskoj slici načinjenoj uz povećanje 20x primjenom prijenosnog optičkog mikroskopa Dino-Lite AM413T. Kao rezultat ispitivanja dana je prosječna vrijednost 20 mjerenja;
- vlačnih svojstava pređe prema modificiranim zahtjevima norme HRN EN ISO 2062:2010 na kidalici Mesdan Tensolab 3000, uz jednake uvjete kao i kod ispitivanja vlakana. Provedeno je 20 mjerenja, a kao rezultat ispitivanja dana je prosječna vrijednost prekidne sile (N), prekidnog istezanja (%) te specifične čvrstoće (cN/tex) uz pripadajući koeficijent varijacije;
- sadržaja vlage u pređi prema ASTM D 2654-89a metodom sušenja na uzorcima duljine 10 m.

### 3. Rezultati i rasprava

U tablici 2 prikazani su rezultati utvrđene količine vlage, prosječne duljine, finoće i vlačnih svojstava tehničkih vlakana predivog (PL) i uljanog (UL) lana te vlakana konoplje (K) i monofilamentnih staklenih vlakana (S) iz staklene roving pređe primijenjene u radu, uz pripadajući koeficijent varijacije,  $V$ .

Tablica 2: Rezultati karakterizacije ispitivanih vlakana

Uzorak vlakana	Sadržaj vlage u vlaknima (%)		Duljina		Finoća	
			$\bar{x}$ (mm)	$V$ (%)	$\bar{x}$ (dtex)	$V$ (%)
PL	9,73		337,5	34,58	39,5	35,7
UL	9,14		260,6	15,61	38,0	21,67
K	9,32		662,3	13,25	80,9	26,21
S	0,01		-	-	4,5	16,26
Uzorak vlakana	Prekidna sila		Prekidno istezanje		Vlačna čvrstoća	
	$\bar{x}$ (cN)	$V$ (%)	$\bar{x}$ (%)	$V$ (%)	$\bar{x}$ (cN/tex)	$V$ (%)
PL	262,72	30,76	3,55	30,65	66,51	35,54
UL	277,85	30,46	3,14	29,36	73,10	30,21
K	443,00	47,07	5,35	42,56	54,75	47,07
S	22,40	40,17	2,66	33,48	49,77	40,17

Tehnička lanena vlakna i vlakna konoplje su, kao i sva ostala prirodna celulozna vlakna, za razliku od primjerice filamentnih staklenih vlakana koja se uobičajeno primjenjuju za ojačanje kompozitnih materijala, diskontinuirana i različitih duljina. Stabljična vlakna su i unutar uzorka vlakana određene duljinske skupine varijabilnih duljina, što je vidljivo i iz pripadajućih vrijednosti koeficijenta varijacije. Valja istaći da je tijekom pripreme (češljanja) uzoraka vlakana uljanog lana utvrđen manji udio duljih vlakana, za razliku od vlakana predivog lana i vlakana konoplje te da su dulja vlakna uljanog lana u prosjeku kraća od vlakana predivog lana. Vlakna konoplje su prema očekivanju najdulja. Utvrđeno je da su tehnička vlakna uljanog lana usporedive finoće s vlaknima predivog lana.

Za monofilamentna staklena vlakna (iz staklene roving pređe) utvrđena je prosječna vrijednost finoće od 4,5 dtex. Vlakna konoplje su prema očekivanju najgrublja. Utvrđene vrijednosti koeficijenta varijacije ukazuju na relativno visoku varijabilnost rezultata finoće lanenih, ali i staklenih vlakana te vlakana konoplje. Iako je za ispitivanje vlačnih svojstava na kidalici odabrana relativno mala duljina ispitivanog uzorka, a kako bi se osiguralo da su prilikom ispitivanja čvrstoće u tehničkom vlaknu obuhvaćena gotovo sva elementarna vlakna, utvrđena je visoka varijabilnost mjernih rezultata. Visoke vrijednosti utvrđenog koeficijenta varijacije za vlačna

svojstva moguće je obrazložiti nejednolikostima u ispitivanom segmentu tehničkog vlakna (prisutnošću slabih mjesta), ali i različitosti udjela celuloze i lignina koji vlaknu daju čvrstoću, odnosno pektina koji povezuju elementarna vlakna, kao i specifičnostima prekida vlakana uslijed djelovanja vlačne sile. Utvrđene vrijednosti vlačne čvrstoće uljanog lana su usporedive s vlačnom čvrstoćom predivog lana.

Prosječne vrijednosti prekidnog istezanja vlakana uljanog lana su malo niže od vlakana predivog lana. Za vlakna konoplje utvrđene su najviše vrijednosti prekidne sile i prekidne istezljivosti. Pri usporedbi dobivenih vrijednosti vlačnih svojstava tehničkih stabljičnih vlakana sa staklenim vlaknima treba voditi računa da su ispitivana monofilamentna staklena vlakna neograničene duljine, znatno veće finoće i jednolikosti. No, s obzirom da vlakna lana i konoplje imaju znatno manju gustoću u odnosu na staklena (oko 2,55 g/cm<sup>3</sup>), a pokazuju usporedive vrijednosti vlačne čvrstoće i veće istezljivosti možemo ih primijeniti za ojačanje (bio)kompozitnih materijala. Upijanje vlage ispitivanih tehničkih vlakana uljanog i predivog lana te vlakana konoplje se kreće u rasponu od 9,14 % do 9,73 %. Prema očekivanju, za staklena vlakna utvrđeno je malo upijanje vlage i to 0,01 %. U usporedbi s lanenim vlaknima i vlaknima konoplje koja pokazuju zavidnu higroskopnost, staklena vlakna gotovo da i ne upijaju vlagu. Veća sposobnost upijanja vlage vlakana namijenjenih ojačanju kompozitnih materijala se ne smatra prednošću, no moguće ju je modificirati/smanjiti različitim fizikalnim i kemijskim obradama.

U tablici 3 su uz odgovarajuću uzdužnu sliku prikazani rezultati utvrđene količine vlage, finoće i prosječnog promjera visokoorijentirane pređe iz tehničkih vlakana predivog (PL) i uljanog (UL) lana te vlakana konoplje (K) i monofilamentnih staklenih vlakana (S).

**Tablica 3:** Rezultati karakterizacije ispitivanih visokoorijentiranih pređa

Uzorak pređe	Mikroskopska slika	Finoća (tex)	Promjer (mm)	Sadržaj vlage (%)
PL		567	2,5 ± 0,2	8,74
UL		554	2,5 ± 0,2	8,37
K		585	2,5 ± 0,2	8,11
S		598	2,5	0,11

U usporedbi sa staklenim rovingom, finoće oko 600 tex-a, za visokoorijentirane pređe iz lanenih i konopljinih vlakana utvrđene su nešto niže vrijednosti duljinske mase ovisne i o većoj nejednolikosti raspodjele vlakana manjih duljina. Sve pređe su vrlo sličnog prosječnog promjera od oko 2,5 mm uz minimalna odstupanja.

Za razliku od vlakana, na ovaj način pripremljena pređa iz stabljičnih vlakana pokazuje nešto niže vrijednosti sadržaja vlage (od 8,11 % do 8,74 %). Navedeno je moguće obrazložiti međusobnom slijepljenosti stabljičnih vlakana u pređi i manjom dostupnosti strukture molekulama plinovite vode. Pređa iz staklenih vlakana, prema očekivanju, upija vrlo malo vlage.

U tablici 4 su prikazane prosječne vrijednosti izmjerene prekidne sile i prekidnog istezanja te izračunate čvrstoće, utvrđene za visokoorijentirane pređe lana i konoplje te staklenog rovinga dobivenih na temelju 20 mjerenja uz pripadajući koeficijent varijacije, *V*.

**Tablica 4:** Rezultati ispitivanja vlačnih svojstava visokoorijentiranih pređa

Uzorak pređe	Prekidna sila		Prekidno istezanje		Vlačna čvrstoća	
	$\bar{x}$ (N)	<i>V</i> (%)	$\bar{x}$ (%)	<i>V</i> (%)	$\bar{x}$ (cN/tex)	<i>V</i> (%)
PL	171,91	22,74	4,36	10,91	30,31	22,74
UL	102,42	16,41	3,76	28,29	18,49	16,41
K	153,88	29,18	5,40	14,35	26,30	29,18
S	271,48	10,41	2,35	15,06	45,25	10,42

Iz tablično prikazanih rezultata u tablici 4 je vidljivo da:

- Visokoorijentirane pređe dobivene iz vlakana predivog lana i vlakana konoplje veće prosječne duljine pokazuju usporedive vrijednosti otpornosti na djelovanje vlačnog opterećenja, kako međusobno tako i s vrijednostima tržišno dostupnih proizvoda prikazanim u tablici 1.
- Vrijednosti prekidne sile i izračunate specifične čvrstoće za sve uzorke visokoorijentiranih pređa iz stabličnih vlakana su nešto niže u odnosu na vrijednosti utvrđene kod rovinga iz uljanog lana. Pritom su za razliku od visokih vrijednosti prekidne sile i vlačne čvrstoće vlakana uljanog lana (Tablica 2) relativno niske prosječne duljine, u od njih izrađene visokoorijentirane pređe utvrđene značajno niže vrijednosti.

Navedeno je osim specifičnostima mikro i makromorfologije vlakana moguće pojasniti i jednakom duljinom svih ispitivanih monofilamentnih staklenih vlakana u pređi tijekom ispitivanja, što kod pređe iz stabličnih vlakana i uz manju mjernu udaljenost između stezaljki od 20 mm nije ostvarivo. Uzevši u obzir prosječno nižu duljinsku masu visokoorijentiranih pređa iz duljih vlakana predivog lana i konoplje te veću istezljivost u odnosu stakleni roving moguće ih je primijeniti za izradu specifičnih tkanih ojačala polimernih kompozitnih materijala izloženih prosječnim vlačnim naprezanjima. Kako specifičnosti industrijskog procesa prikupljanja sjemena uvjetuju i kraću prosječnu duljinu stabljike uljanog lana po provedenoj strojnoj berbi, tako i manja duljina stabljike uvjetuje dobivanje kraćih vlakana visoke vlačne čvrstoće (Tablica 2). Stoga je takova vlakna moguće primijeniti za izradu netkanih ojačala, predene pređe ili usitnjena za ojačanje plastomera.

#### 4. Zaključci

Temeljem provedenog vrjednovanja kvalitete duljih tehničkih vlakana predivog i uljanog lana te vlakana konoplje, i od njih izrađenih visokoorijentiranih pređa, a u svrhu definiranja njihove primjenjivosti za ojačanje polimernih kompozitnih materijala utvrđena su zadovoljavajuća morfološka i mehanička svojstva. Kako je odabir vlaknatog ojačala (kratka vlakna, roving ili predena pređa, netkano ili tkano ojačalo) veoma bitan za konačna svojstva vlaknima ojačanog polimernog kompozita, temeljem dobivenih rezultata je moguće odabrati vlakna za specifičnu namjenu. Kraća vlakna uljanog lana je moguće primijeniti u izradi netkanih ojačala i predene pređe, a duga vlakna konoplje i predivog lana za izradu roving pređe i tkanih ojačala. Kraća vlakna se također usitnjena mogu primijeniti za ojačanje plastomera u postupku ekstrudiranja, vodeći pritom računa o toplinskoj postojanosti vlakana. Provedena analiza potvrđuje primjenjivost potencijalne sirovine koja se u pravilu neiskorištena odbacuje ili zbrinjava nakon prikupljanja sjemena.

#### Literatura

- [1] Shah, D.U.: Developing plant fibre composites for structural applications by optimising composite parameters: a critical review, *Journal of Material Science*, **48** (2013), pp 6083-6107, ISSN 0022-2461
- [2] Yan, L.; Chouw, N. & Jayaraman, K.: Flax fibre and its composites – A review, *Composites: Part B*, **56** (2014), pp 296-317, ISSN 1359-8368
- [3] Tomljenović, A. & Rusak, K.: Flax and Hemp Fibre Reinforcements for Polymer Composite Materials, *Zbornik radova 8. Znanstveno – stručnog savjetovanja tekstilna znanost i gospodarstvo*, Bischof, S.; Penava, Ž. (ur.), str. 103-107, ISSN 1847-2877, Zagreb, 26.01.2015., Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, Hrvatska, (2015.)
- [4] Tehničke informacije tt. Safilin: Flax fibres as natural reinforcement for composites
- [5] Tehničke informacije tt. Groupe DEHONDT: Products – NATTEX® Roving
- [6] Tomljenović, A. i sur.: Razvoj i optimiranje postupka izrade ojačala od lanenih vlakana za biokompozitne materijale, *Conference Proceedings of MATRIB 2014 Materials, tribology, recycling*, Šolić, S.; Musa, M. (ur.), str. 597-608, ISSN 1848-5340, Vela Luka, 26-28.06.2014., Croatian Society for Materials and Tribology, Zagreb, Hrvatska (2014.)

#### Zahvala

Rad je financiran sredstvima potpore istraživanju Sveučilišta u Zagrebu u periodu od 2014. do 2016. godine vezanih uz temu Razvoja visokovrijednih biokompozita s ojačalom od celuloznih vlakana iz domaćih izvora. Autori se zahvaljuju izv.prof.dr.sc. Tatjani Rijavec, doc.dr.sc. Darji Kocjan Ačko, doc.dr.sc. Željku Kneziću i doc.dr.sc. Ružici Brunšek na njihovoj svesrdnoj pomoći.

#### Autori:

Izv.prof.dr.sc. Antoneta Tomljenović; Ivana Kukić, mag.ing.techn.text  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila  
Prilaz baruna Filipovića 28a; HR-10000 Zagreb  
Tel: +(385) 1 3712 522 Fax: +(385) 1 3712 599

E-mail: [antoneta.tomljenovic@ttf.hr](mailto:antoneta.tomljenovic@ttf.hr)  
[ivkukic@gmail.com](mailto:ivkukic@gmail.com)

## UTJECAJ PREĐA RAZLIČITIH POSTUPAKA PREDENJA NA STRUKTURU GLATKIH KULIRNIH DESNO-DESNIH PLETIVA

### THE IMPACT OF THE YARN PRODUCED BY DIFFERENT SPINNING TECHNOLOGIES ON RIB KNITTED FABRICS STRUCTURE

Željka PAVLOVIĆ; Goran IVEKOVIĆ & Zlatko VRLJIČAK

**Sažetak:** Sve se više traže pređe koje će u primjeni zamijeniti klasične pamučne pređe izrađene prstenastim postupkom pređenja. U izradi pletiva, naročito rublja, često se koriste pamučne jednostruke pređe finoće 20 tex. Iz više razloga, s porastom broja stanovnika, proporcionalno se ne povećava i proizvodnja pamučnih pređa. Zbog toga se pristupa izradi pređa koje će zamijeniti ili nadopuniti pamučne pređe u različitim područjima primjene. Za ova istraživanja izrađeno je pet pređa finoće 20 tex koje se koriste za izradu kulirnih pletiva namijenjenih izradi različitih laganijih odjevnih predmeta, plošne mase 120 do 200 g/m<sup>2</sup>. Izrađene su dvije pređe s viskoznom vlaknima, jedna postupkom prstenastog pređenja, a druga postupkom rotorskog pređenja. Izrađena je i jedna pređa s tencel vlaknima i prstenastim sustavom pređenja, jedna pređa s modalnim vlaknima i aerodinamičkim postupkom pređenja i jedna pređa s mikro modalnim vlaknima, također aerodinamičkim postupkom pređenja. S navedenim pređama, jednom viskoznom Siro pređom i jednom pamučnom pređom, izrađeno je sedam uzoraka glatkih kulirnih desno-desnih pletiva na kružnopletačem dvoigleničnom stroju finoće E17, promjera iglenica 200 mm (8 inča).

**Abstract:** The yarns that will replace the classic cotton yarns made with conventional spinning methods are being sought out. In the manufacturing of knitwear, especially lingerie, the cotton yarns with a yarn count of 20 tex are being used. For several reasons, with the increase in population, the production of cotton yarns is not proportionally increased. Consequently, yarns are spun to replace or complement cotton yarns in different application areas. For this research, five yarns with a yarn count of 20 tex are spun to produce knitted fabrics intended for lighter garments, grammage from 120 to 200 g/m<sup>2</sup>. Two yarns are spun with viscose fibres, one by ring spinning process, the other one by rotor spinning process. In addition, a ring-spun yarn with tencel fibres and air-jet spun yarns with modal and micro-modal fibres are made. With those yarns, and one viscose Siro-spun and one cotton yarn, seven rib fabrics were knitted on a circular double-bed knitting machine with E17 gauge, needle bed diameter of 200 mm (8 inches).

**Ključne riječi:** pletivo, kulirno, desno-desno, glatko, parametri strukture, pređa, postupci izrade, prstenasta, rotorska, aerodinamička

**Keywords:** knitwear, weft knitting, rib, plain, structural parameters, yarn, manufacturing process, ring, rotor, air-jet

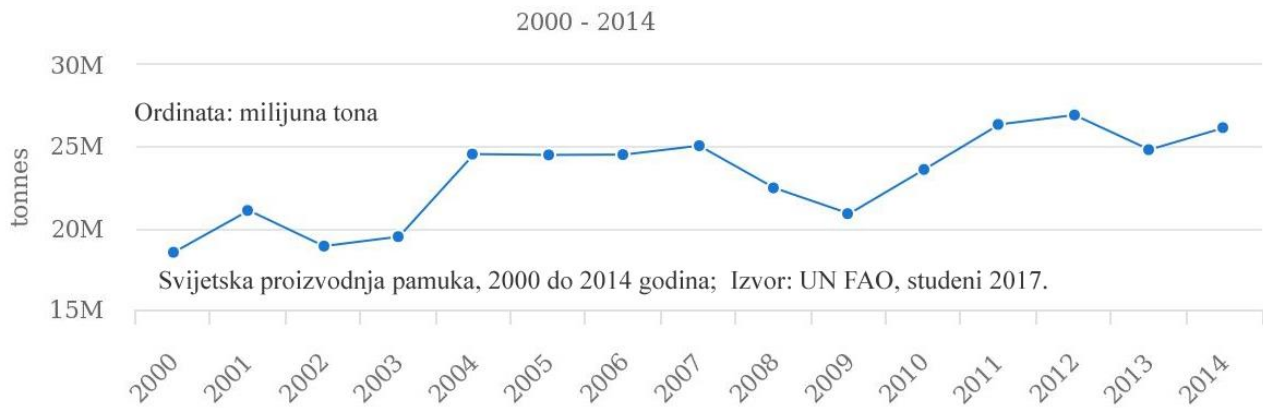
#### 1. Uvod

S porastom broja ljudi na zemlji i standardom življenja potrebno je povećavati i proizvodnju tekstilnih vlakana te područja njihove primjene. U svijetu postoje razne institucije koje prikupljaju podatke o proizvodnji i potrošnji tekstilnih vlakana. Na osnovi prikupljenih podataka procjenjuje se da je u 2013. godini bilo proizvedeno oko 92 mil. t. vlakana, ili oko 12 kg/stanovniku [1,2]. Od ukupne količine vlakana oko 35% je prirodnih vlakana ili 32 mil. t., a 65% umjetnih vlakana, ili 60 mil. t. Od prirodnih vlakana najzastupljenije je pamučno vlakno s udjelom oko 27% ili oko 24,8 mil. t. (sl. 1). Vuneno vlakno je zastupljeno svega sa 1,5 %, ili 1,4 mil. t. Ostala prirodna vlakna su zastupljena u manjim iznosima. Od umjetnih vlakana, na sintetska otpada oko 60%, ili 55 mil. t., a svega 5% na umjetna od prirodnih polimera. Svjetske projekcije proizvodnje vlakana predviđaju daljnji porast proizvodnje, a time i potrošnje vlakana koji bi do 2025. godine dosegao proizvodnju preko 140 mili. tona pri čemu bi dva najzastupljenija vlakna bila poliester i pamuk [3,4]. U posljednjih petnaest godina najveći svjetski proizvođač pamučnog vlakna je Kina koja skupa s Indijom proizvodi oko 50% pamučnog vlakna. Kina, Indija, Amerika i Pakistan proizvode oko 3/4 svjetske količine pamučnih vlakana, a deset najznačajnijih proizvođača pamučnog vlakna proizvode više od 90% svjetske proizvodnje pamuka (sl. 2, sl. 3). Procjenjena prosječna cijena pamučnog vlakna u 2013. godini iznosila je 1,76 US \$/kg [5]. U manje razvijenim zemljama prosječna cijena je bila daleko niža od gore navedene, dok je u visokorazvijenim zemljama prosječna cijena bila veća. U manje razvijenim zemljama uzgoj pamuka je vezan za socijalno-ekonomske uvijete življenja i s uzgojem pamuka zbrinute su mnoge obitelji pa i regije. U visokorazvijenim zemljama se pri uzgoju i branju pamuka koriste razna pomoćna kemijska sredstva poput pesticida, herbicida, fungicida, defolijanata i sl. koja značajno

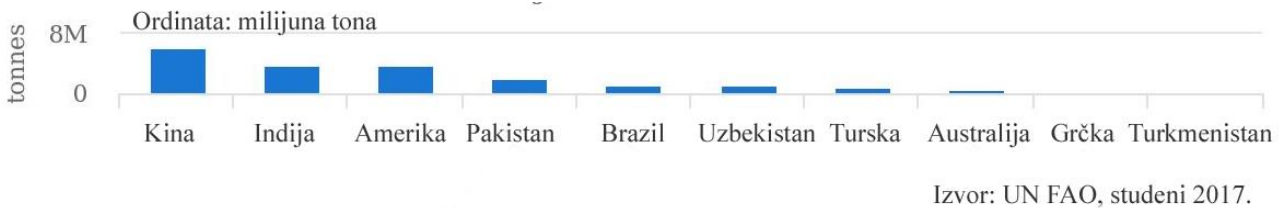
kontaminiraju tlo te djelomično ostaju u pamučnom vlaknu (sl. 4). Prema srednjoj dužini pamučno vlakno se često razvrstava u četiri klase [6,7]:

- a) kratki vlasak (*short*), duljina do 25,4 mm ( $< 1''$ ),
- b) srednji vlasak (*medium*), 25,4-28,6 mm ( $1-1 \frac{1}{8}''$ ),
- c) dugi vlasak (*long*), 28,6-34,9 mm ( $1 \frac{1}{8}-1 \frac{3}{8}''$ ) i
- d) ekstra dugi vlasak (*extra long*), veći od 35,7 mm ( $> 1 \frac{13}{32}''$ ).

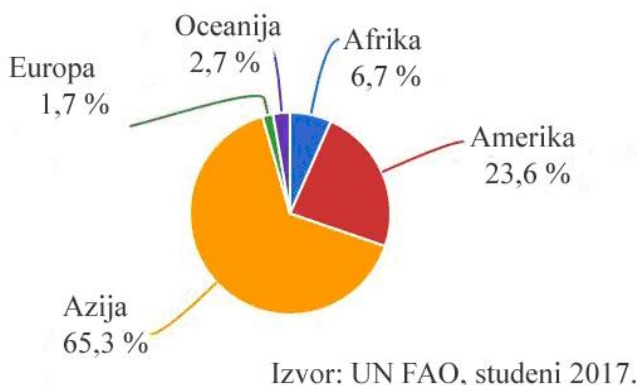
Procjenjuje se da u svijetu ima oko 85% pamučnog vlakna srednje duljine vlaska i oko 2 % ekstra dugog vlaska [8]. Iz više razloga se teži izraditi vlakno koje će u upotrebi zamijeniti pamučno vlakno.



**Slika 1:** Svjetska proizvodnja pamučnog vlakna u periodu od 2000. do 2014. godine [1]



**Slika 2:** Deset najvećih svjetskih proizvođača pamučnog vlakna u periodu od 2000. do 2014. godine



**Slika 3:** Udio proizvodnje pamuka po regijama



**Slika 4:** Prije strojne berbe pamuka stabljike se tetiraju defolijantom

Umjetna vlakna, kojima se želi zamijeniti pamučna vlakna, mogu se izrađivati u različitim duljinama, odnosno vlakna se režu na određenu duljinu. Već prema namijeni, pređa izrađena s umjetnim vlaknima može imati različite udjele duljina vlakana u svojoj strukturi, npr. 70% udjela sačinjavaju vlakna duljine 34 mm, 20% udjela vlakna duljine 30 mm i 10% udjela vlakna duljine 25 mm. Na ovaj način stvaraju se osnovne pretpostavke o svojstvima željene pređe. Nakon izabranih udjela duljina vlakana pristupa se izboru jedne od metoda izrade pređa kao npr. prstenasta, rotorska, aerodinamička ili dr. Svaka od metoda daje pređu određenih

konstrukcijskih značajki i rasteznih svojstava. Udio pojedine duljine vlakana i metoda izrade pređa biraju se prema željenoj strukturi pređe i upotrebnim svojstvima pređa, odnosno njenoj namjeni. Na ovaj način moguće je s umjetnim vlaknima dobiti neka svojstva pređa koja su znatno drugačija od pamučnih pređa, a time i kvalitetniji plošni proizvod pa se s novim strukturama pređa izrađuju suvremeni proizvodi koji imaju nova područja primjene.

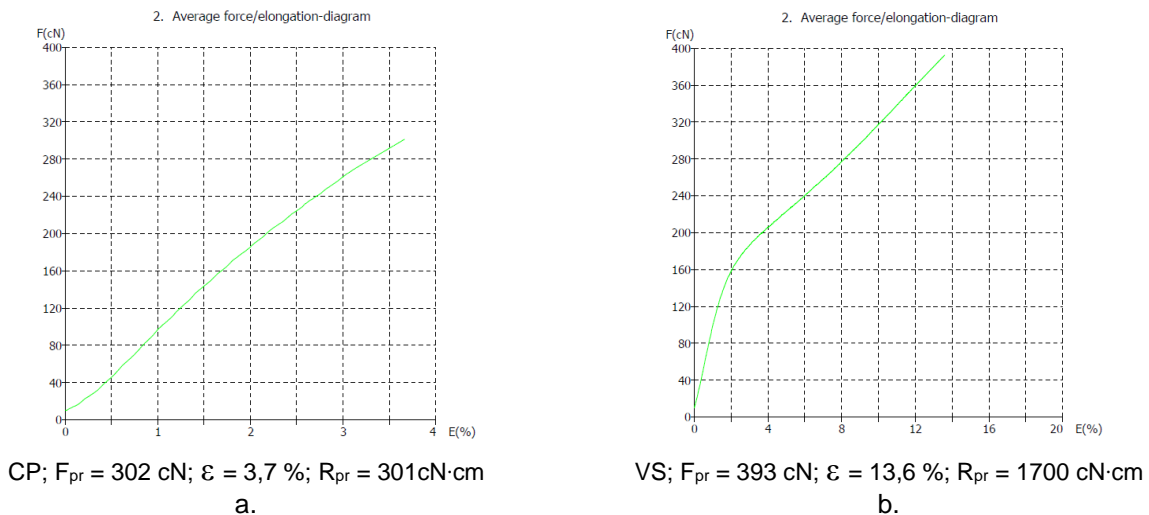
## 2. Eksperimentalni dio

Za ova istraživanja, sedam pređa nazivne finoće 20 tex izrađeno je s različitim sirovinama i postupcima predenja pa su i strukture pređa bitno različite. Razlike se ogledaju i u vlačnim svojstvima, sl. 5. Za izradu uzoraka pletiva korišten je kružnopletači dvoiglenični stroj, u osnovi namijenjen izradi glatkog kulirnog desno-desnog pletiva koje će se koristiti za izradu rublja, (tab. 1). Stroj ima finoću E17 i na njemu se preporuča koristiti pamučne jednostruke pređe finoće 12 do 36 tex ili končane pređe finoće 10 tex x 2 do 17 tex x 2. Promjer iglenice stroja na kojem je pletivo izrađeno iznosi 200 mm (8 inča) pri čemu je opseg iglenice 638 mm. Finoća stroja je E17 pri čemu u stroju ima 432 x 2 igala. Stroj plete s 8 pletaćih sustava pa za pletenje treba od svake grupe pređe pripremiti po 8 namotaka jer se jednom pletaćem sustavu dovodi pređa s jednog namotka. Za dovod pređa na stroju su korišteni pozitivni dovodnici *Coni*s kojima je regulirana vlačna sila dopremanja pređe pletaćem sustavu, koja je u prosjeku iznosila  $3 \pm 1$  cN. Uzorci su izrađivani sa sedam navedenih pređa različitih struktura i vlačnih svojstava. Svakog uzorka pletiva je izrađeno po 15 m. Povlačenje pletiva je obavljeno s parom valjaka koji se nalaze 700 mm udaljeni od zone pletenja, a ispod povlačnih valjaka pletivo se odlaže u korito, tj. ne namata se u svitak.

Tablica 1: Konstrukcijske značajke kružno-pletaćeg dvoigleničnog stroja

Finoća stroja, E	Promjer cilindra mm (e <sup>4</sup> )	Broj pletaćih sustava, S	Broj igala, N <sub>i</sub>	Radna brzina cilindra, ok./min
17	200 (8)	8	432 x 2	60

Pri određivanju utroška pređe za oblikovanje očice parana je pređa iz cijelog reda pletiva koji je izrađen sa 432 x 2 igala, odnosno u redu je bilo 864 očice. Cjevasti oblik pletiva je uzdužno razrezan između dva niza očica i potom se parao red po red pletiva. Oparana pređa je jednim krajem stavljena u hvatalicu, a druga je strana opterećena utegom mase 10 g, ili 0,5/cN/tex, [9]. Duljina oparane pređe je iznosila 2550 do 2750 mm. Dijeljenjem dobivene duljine s brojem igala dobije se prosječni utrošak pređe za oblikovanje očice.



Slika 5: Rastezna svojstva pređa: a) pamučne prstenaste; b) viskozne, Siro pređe

## 3. Rezultati i rasprava

U tab. 2 navedeni su osnovni parametri vlačnih svojstva pređa pri  $p = 0,05$ , [10]. Najniža prekidna sila iznosi 267 cN i registrirana je kod viskozne pređe izrađene rotorskim postupkom predenja, a najviša iznosi 532 cN i registrirana je kod prstenaste pređe izrađene Tencel vlaknima. Pamučna prstenasta pređa ima najmanju prekidnu istezljivost koja iznosi 3,7%, dok je najveća prekidna istezljivost registrirana kod viskozne prstenaste pređe i iznosi 13,8%. Na osnovi prekidnih sila izračunate su prekidne čvrstoće pređa. Tako najmanju prekidnu



čvrstoću ima viskozna rotorska pređa, a dva puta veću, prstenasta pređa izrađena s tencel vlaknima. Detaljnijom analizom registriranog rada do prekida moguće je uočiti bitne razlike između pojedinih pređa. Na sl. 5a je prikazan dijagram sila/istezanje za pamučnu jednostruku pređu nazivne finoće 20 tex. Prekidna sila iznosi 302 cN, a prekidno istežanje 3,7%. Kod vlačne sile 92 cN ostvari se istežljivost pređe svega 1%, a kod sile 192 cN, ili oko 64% prekidne sile, ostvari se istežljivost pređe 2%. Istežljivost pređe 3% ostvari se pri sili 266 cN ili 88% od prekidne sile. Siro pređa je znatno drugačije strukture, a time i vlačnih svojstava. Prekidna sila iznosi 393 cN, a prekidno istežanje je znatno veće od pamučne pređe i iznosi 13,6%. Pri vlačnoj sili 92 cN također se pređa istegne oko 1%, a 2% pri sili 160 cN. Već od 4% istežljivosti pređa linearno poprima trajne deformacije sve do prekida. Najmanji rad do prekida registriran je kod pamučne prstenaste pređe i iznosi 301 cN·cm, a najveći kod viskozne siro pređe i iznosi 1700 cN·cm. Na osnovi iznesenog moguće je zaključiti da se analizirane pređe bitno razlikuju u svojim vlačnim svojstvima.

**Tablica 2:** Vlačna svojstva pređa nazivne finoće 20 tex izađenih različitim postupcima predenja

Red. br.	Pređa	Prekidna sila, cN	Prekidno istežanje, %	Prekidna čvrstoća, cN/tex	Rad do prekida, cN·cm
1.	CP	302±5	3,7±0,1	15,1±0,3	301±10
2.	VP	312±5	13,8±0,3	15,6±0,5	1379±49
3.	VR	267±9	10,5±0,3	13,4±0,4	919±50
4.	MAJ	406±10	9,0±0,2	20,3±0,5	1067±42
5.	MMAJ	365±11	8,2±0,2	18,2±0,5	886±46
6.	TR	532±13	9,6±0,2	26,6±0,7	1515±68
7.	VS	393±7	13,6±0,3	19,7±0,4	1700±59

**Gdje je:** CP – pamučna, prstenasta pređa, VP – viskozna, prstenasta pređa, VR – viskozna, rotorska pređa, MAJ – modal, aerodinamička pređa, MMAJ – mikro modal, aerodinamička pređa, TR – tencel, prstenasta pređa i VS – viskoza, siro pređa

### 3.1 Parametri strukture pletiva

Promjena svih parametara strukture pletiva se ogleda kroz plošnu masu koja iznosi 129±3 do 180±3 g/m<sup>2</sup>, (tab. 3). Svi uzorci su izrađivani na jednom stroju i pod istim uvjetima, tj. bez regulacije rada stroja. S teorijskog gledišta ovo su veoma zanimljivi podatci. Sve su pređe bile iste nazivne finoće, tj. finoće 20 tex, a dobivena je ovako velika razlika u plošnim masama koja iznosi do 40%. Kad se sagleda samo ovaj podatak on upućuje na zaključak da se zaista radi o značajno različitim strukturama pređa.

Najlaganije pletivo ima plošnu masu 129±3 g/m<sup>2</sup> i dobiveno pri pletenju s mikro modalnom pređom, a najmasivnije pletivo ima masu 180±3 g/m<sup>2</sup> i dobiveno je pri pletenju s viskoznom siro pređom. S viskoznom rotorskom pređom, modalnom i mikro modalnom aerodinamičkom pređom dobivena su pletiva koja imaju približno jednaku plošnu masu koja iznosi oko 130 g/m<sup>2</sup>. S ostale tri pređe dobivene su plošne mase 152±3 g/m<sup>2</sup> do 165±3 g/m<sup>2</sup> pri čemu je sa siro pređom dobivena znatno veća plošna masa koja iznosi čak 180±3 g/m<sup>2</sup>. Masa dužnog metra pletiva usko je povezana s plošnom masom pa je najveća kod pletiva izrađenog sa siro pređom i iznosi 66±2 g/m, dok je najniža ostvarena pri pletenju s rotorskom pređom izrađenom s Tencel vlaknima i iznosi 61±2 g/m.

Zapreminska masa izrađenih pletiva se nalazi u granicama 0,212 do 0,262 g/cm<sup>3</sup>, što predstavlja široki raspon za uzorke izrađene pređama jedne finoće. Ako se poveže ovaj podatak s podatkom o plošnoj masi, tada se mogu pletiva grupirati u dvije grupe. Prvu bi grupu sačinjavala laganija pletiva koja imaju plošnu masu do 140 g/m<sup>2</sup> i prikladna su za izradu ženskog rublja. Masivnija pletiva se mogu upotrebljavati za izradu muškog rublja ili različitih laganih ženskih suknji ili haljina te dječjih proizvoda.

**Tablica 3:** Osnovni parametri prve razine, strukture izrađenih i analiziranih pletiva

Red. br.	Uzorci	Plošna masa pletiva, m, g/m <sup>2</sup>	Plošna masa pletiva, m <sub>d</sub> , g/m	Debljina pletiva, D <sub>p</sub> , mm	Zapreminska masa pletiva, m <sub>z</sub> , g/cm <sup>3</sup>	Masena poroznost, P <sub>m</sub> , %
1.	CP	157±3	62±2	0,64±0,01	0,246	83
2.	VP	165±3	64±2	0,63±0,01	0,262	82
3.	VR	131±3	66±2	0,59±0,01	0,222	85
4.	MAJ	131±3	63±2	0,60±0,01	0,218	85

5.	<b>MMAJ</b>	<b>129±3</b>	63±2	0,61±0,01	<b>0,212</b>	<b>86</b>
6.	<b>TR</b>	152±3	<b>61±2</b>	0,63±0,01	0,241	84
7.	<b>VS</b>	<b>180±3</b>	<b>66±2</b>	<b>0,72±0,01</b>	0,251	83

Razlike u osnovnim parametrima strukture pletiva upućuju na analizu ostalih pomoćnih i izvedbenih parametara pletiva (tab. 4). Od pomoćnih parametara druge razine najzanimljivija je širina cjevastog pletiva koja se nalazi u granicama 18 cm x 2 do 25 cm x 2. Ovo je veoma veliki raspon širina pletiva, naročito kad se zna da je pletivo izrađivano u glatkom prepletu i pređama finoće 20 tex. Kod pletenja s pamučnim pređama i glatkom prepletu, s ovakvog se stroja dobije širina cjevastog pletiva 19 cm x 2 do 21 cm x 2. Međutim, s rotorskim i aerodinamičkim pređama se dobije širina 24 cm x 2 do 25 cm x 2, odnosno 25 % veća. Već pri uvođenju pređa u pletenje i povlačenju pletiva je uočeno da se pletivo po širini nabire i da treba povećati širinu raširivača pletiva kako bi se pletivo izrađivalo bez uzdužnog nabiranja. S povećanjem raširivača pletiva izrađene su ravnomjerne strukture pletiva. Na osnovi zapažanja kod izrade pletiva, naročito dovođenja pređa preko dovodnika do igala te dobivene strukture pletiva, može se pretpostaviti da je krutost pređe bitno utjecala na povećanje širine pletiva, odnosno smanjenje skupljanja pletiva po širini.

Izrađivana su glatka kulirna desno-desna pletiva kod kojih je skupljanje u smjeru redova nakon skidanja sa stroja i relaksacije oko 35%. Izrađeni uzorci su imali skupljanje pletiva po širini 22 do 44%. Najveće skupljanje iznosi 44% i prouzrokovale su ga mekane, jednolične, podatne siro pređe. Kod ovako najvećeg skupljanja izmjerena je i najveća plošna masa koja je iznosila 180 g/m<sup>2</sup>. Najmanje skupljanje pletiva po širini je iznosilo 22% i izmjereno je u pletivu koje je izrađeno viskoznom pređama nastalim po aerodinamičkom postupku predenja. U daljnjim istraživanjima bilo bi korisno istražiti krutosti korištenih pređa i doći do poveznice krutosti pređe i širine pletiva. Zbijenost očica u redu je usko povezana sa širinom pletiva, a zbijenost očica u nizu se nalazi u granicama 11,4±0,2/cm do 12,6±0,2/cm. Pređe su dovođene pozitivnim akumulacijskim dovodnicima pri čemu su vlačne sile dovođenja na pojedinim pletačim sustavima bile veoma ujednačene. Vlačna sila pri dovođenju pređe pletačem sustavu je iznosila oko 3 cN i nije previše varirala, često do 1 cN, pa nije značajno utjecala na promjenu zbijenosti očica u nizu pletiva. Zbog toga se pretpostavlja da je ipak struktura pređe utjecala na promjenu zbijenosti očica u nizu pletiva. Kod glatkih kulirnih desno-desnih pletiva koja se izrađuju pređama finoće 17 do 25 tex veoma često je koeficijent zbijenosti očica oko 0,75. Kod izrađenih uzoraka ovaj se koeficijent nalazi u granicama 0,72 do 0,97. S viskoznom rotorskim pređama i aerodinamičkim pređama izrađenih s modalnim vlaknima, koeficijent zbijenosti očica je manji od 0,8 dok je s ostalim pređama veći od 0,8. Zanimljivo je uočiti da je najveći kod pamučnih pletiva izrađenih pređama prstenastim predenjem, i iznosi 0,97. Nakon ovog pletiva, dvije rotorske pređe, viskozna i Tencel, također daju veliki koeficijent zbijenosti koji iznosi 0,92.

**Tablica 4:** Osnovni i izvedbeni parametri druge razine, strukture izrađenih i analiziranih pletiva

Red. br.	Uzorci	Širina pletiva, Šp, cm	Skupljanje pletiva, s, %	Zbijenost očica u nizu, D <sub>v</sub> , oč./cm	Koeficijent zbijenosti pletiva, C	Utrošak niti u očici, l, mm
1.	<b>CP</b>	19,5x2	39	<b>11,4±0,2</b>	<b>0,97</b>	<b>3,15±0,01</b>
2.	<b>VP</b>	19,5x2	39	11,8±0,2	0,92	3,12±0,01
3.	<b>VR</b>	<b>25x2</b>	<b>22</b>	12,0±0,2	<b>0,72</b>	<b>3,10±0,01</b>
4.	<b>MAJ</b>	24x2	25	11,6±0,2	0,78	3,13±0,01
5.	<b>MMAJ</b>	24,5x2	23	12,2±0,2	<b>0,72</b>	3,12±0,01
6.	<b>TR</b>	20x2	37	11,8±0,2	0,92	3,13±0,01
7.	<b>VS</b>	<b>18x2</b>	<b>44</b>	<b>12,6±0,2</b>	0,89	3,13±0,01

Na svim pletačim sustavima bila je regulirana jednaka dubina kuliranja tako da su izrađivane ravnomjerne i podjednake strukture pletiva s korištenim pređama. Pri ovakvim uvjetima rada za očekivati je relativno jednolično uplitanje pređe u red pletiva. Sve moguće razlike koje se pojave u uplitanju pređe mogu se pripisati strukturi pređe. Analizom dobivenih rezultata utvrđeno je da najmanji utrošak niti za oblikovanje očice iznosi 3,10±0,01 mm i dobiven je pri pletenju s viskoznom rotorskom pređom. S ovom pređom istovremeno je dobiveno najšire pletivo koje ima širinu 25 cm x 2 pri čemu je bilo i najmanje skupljanje pletiva koje je iznosilo samo 22%. Za praktičnu primjenu u izradi ženskog rublja, pletivo ima zadovoljavajući koeficijent zbijenosti koji iznosi 0,72. Najveći utrošak niti za oblikovanje očice izmjeren je u pamučnom pletivu i iznosi 3,15±0,01 mm, ili oko 1,6% više od najnižeg utroška niti u očici.

Kao opći zaključak parametara strukture pletiva može se navesti da bi bilo poželjno izraditi pletivo ravnomjernosti kao s viskoznom Siro pređom, njenim utroškom niti za oblikovanje očice i koeficijentom zbijenosti očica te širinom dobivenom s Tencel pređama. Svako pletivo ima svoje posebnosti koje se mogu iskoristiti u izradi određenih odjevnih predmeta. Kada se ima ovako veliki raspon različitih struktura pletiva

slobodno se može razmišljati o ideji da se izrađuje platirno pletivo drugih namjena pri čemu će se u svaki red ili u samo pojedine redove uplitati po dvije od korištenih pređa.

#### 4. Zaključak

S pređama nazivne finoće 20 tex, izrađenim različitim postupcima pređenja, pletena su glatka kulirna desno-desna pletiva namijenjena izradi rublja i laganijih odjevnih predmeta. Najmanji utrošak niti za oblikovanje očice iznosi  $3,10 \pm 0,01$  mm i dobiven je pri pletenju s viskoznom rotorskom pređom. S ovom pređom dobiveno je i najšire pletivo od 25 cm x 2 pri čemu je bilo i najmanje skupljanje pletiva od samo 22%. Najveći utrošak niti za oblikovanje očice izmjeren je u pamučnom pletivu i iznosi  $3,15 \pm 0,01$  mm. Najveće skupljanje iznosi 44% i prouzrokovale su ga mekane, jednolične, podatne Siro pređe. Kod ovako najvećeg skupljanja izmjerena je i najveća plošna masa koja je iznosila  $180 \text{ g/m}^2$ . Najmanja plošna masa od  $129 \text{ g/m}^2$  je izmjerena kod pletiva izrađenog mikromodalnom pređom, također nastalom aerodinamičkim postupkom pređenja. Zbijenost očica u redu je usko povezana sa širinom pletiva, a zbijenost očica u nizu se nalazi u granicama od  $11,4 \pm 0,2/\text{cm}$  do  $12,6 \pm 0,2/\text{cm}$ . S viskoznim rotorskim pređama i aerodinamičkim pređama izrađenih s modalnim vlaknima, koeficijent zbijenosti očica je manji od 0,8 dok je s ostalim pređama veći od 0,8. S obzirom na različitu strukturu, a naročito plošnu masu, pletiva se mogu koristiti za izradu muškog, ženskog i dječjeg rublja te različitih laganih odjevnih predmeta. Ako bi se pletiva izrađivala u platirnim prepletima i imala plošnu masu 200 do  $300 \text{ g/m}^2$ , tada bi se mogla koristiti za proljetno/jesensku odjeću. U platirnoj kombinaciji s multifilamentnim PA ili PES pređama, pletiva se mogu koristiti u izradi odjeće za rekreaciju i sport.

#### Literatura

- [1] <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>; *Pristupljeno*: 2017-11-22
- [2] Siejak, V.: *The Fiber Years 2014.*, PHP Fibers GmbH, Wuppertal, Germany
- [3] Koslowski, H.J.: *Chemifaser Lexikon*, Deutscher Verlag, ISBN 978-3-87150-876-9, 2008.
- [4] <http://www.agrimoney.com/feature/cotton-prices---will-they-fall-further-in-2013--188.html>; *Pristupljeno*: 2017-11-16
- [5] Čipčić, T.; Vrljićak, Z.: Svjetska proizvodnja pamuka s osvrtom na Peru, *Tekstil*, **66**(2017.)1-2, 47-56, ISSN 0492-5882
- [6] Čunko, R.; Andrassy, M.: *Vlakna*, Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN 953-155-089-1, Zagreb 2010,
- [7] Markert, D.: *Maschen ABC*, Deutscher Fachverlag, ISBN: 3-87150-566-8, Frankfurt am Main 1990.
- [8] <https://baumwollboerse.de/informationen/untersuchungen>; *Pristupljeno*: 2017-11-22
- [9] Vrljićak, Z.: Kritički osvrt na analizu parametara strukture kulirnih pletiva, *Tekstil* **48**(1999.) 4, 181-187, ISSN 0492-5882
- [10] Čunko, R.: *Ispitivanje tekstila*, Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN 86-329-0180-X, Zagreb 2011.

#### Zahvala

Ovaj je rad financirala Hrvatska zaklada za znanost, projektom IP-2016-06-5278.

#### Autori:

mag.ing.techn.text. Željka PAVLOVIĆ, Prof.dr.sc. Zlatko VRLJIČAK

Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a, 10 000 Zagreb

Tel: + (385) (1) 37 12 572

Tel: + (385) (1) 37 12 578

Fax: +(385) (1) 37 12 533

Fax: +(385) (1) 37 12 533

E-mail: zeljka.pavlovic@tff.hr

E-mail: zlatko.vrljicak@tff.hr

Goran IVEKOVIĆ

Predionica Klanjec d.o.o.

Mihanovićev Dol, Novodvorska 7, 49 290 Klanjec

Tel: + (385) (49) 58 83 00

Fax: +(385) (49) 58 83 01

E-mail: goran@predionica-klanjec.hr

## OPTIMIZACIJA BIOKATALITIČKE SINTEZE NANOČESTICA CINKOVOG OKSIDA POMOĆU METODE DIZAJNA EKSPERIMENTA

### OPTIMIZATION OF BIOCATALYTICAL SYTHESIS OF THE ZINC OXIDE NANOPARTICLES USING DOE METHOD

Lela PINTARIĆ, Željka BUĆAN, Martina BURŠTINSKI, Ana VRŠALOVIĆ PRESEČKI  
& Iva REZIĆ

**Sažetak:** Nanočestice cinkovog oksida s obzirom na UV zaštitna i antibakterijska svojstva veliku primjenu imaju u prehrambenoj i tekstilnoj industriji. Tanka prevlaka nanočestica cinkovog oksida na materijalima ne narušava njihovu transparentnost, a istovremeno onemogućava prodor štetnog UV zračenja i kvarenje sadržaja što je važno za prehrambenu ambalažu. Prevlaka nanočestica cinkovog oksida na pamučnim tekstilnim materijalima inhibira rast bakterija zbog čega je vrlo važna njihova primjena u medicinskom tekstilu. U ovom je radu istraživana i optimirana biokatalitička sinteza nanočestica cinkovog oksida uz enzim ureazu s obzirom na ekološke, energetske i ekonomske prednosti ovakvog načina sinteze. Optimizacija procesa provedena je uz pomoć statističke metode dizajna eksperimenata s ciljem dobivanja optimalnih uvjeta sinteze nanočestica cinkovog oksida najmanjih veličina.

**Abstract:** Zinc oxide nanoparticles are widely used in food and textile industry due to their UV protection and antibacterial characteristics. Thin layer of these nanoparticles on materials does not affect their transparency. Simultaneously it prevents the transmission of UV radiation and spoilage of the contents, which is why they are important for the food packaging. Coating of the zinc oxide nanoparticles on cotton textile materials inhibits bacterial growth, which is why their use in medical textiles is very important. In this paper, biocatalytical synthesis of zinc oxide nanoparticles with enzyme urease has been examined and optimized due to its ecological, energetic and economic advantages. Optimization of the process was carried out by statistical method of design of experiments with the main goal of obtaining optimal conditions for the synthesis of the smallest zinc oxide nanoparticles.

**Ključne riječi:** dizajn eksperimenata, enzimi, biokatalitička sinteza, nanočestice, cinkov oksid

**Keywords:** design of experiments, enzymes, biocatalytical synthesis, nanoparticles, zinc oxide

#### 1. Uvod

Prema *Nanorječniku* nanotehnologija se definira kao namjerna i kontrolirana manipulacija, precizno postavljanje, mjerenje, modeliranje i proizvodnja materijala na nanoskali radi stvaranja materijala, naprava i sustava s fundamentalno novim svojstvima i funkcijama. [1] Nanotehnologija ne uključuje samo jedan materijal ili vrstu materijala i ne svodi se samo na jednu granu industrije ili određeni industrijski sektor, već konvergira s drugim tehnologijama, osobito s biotehnologijom i informatičkim tehnologijama. Cilj nanotehnologije jest razviti nove proizvode i tehnologije koji će unaprijediti život ljudi u različitim područjima, poput zdravstva, energetike, elektronike i tehnologije materijala. [2] Ambalažna i tekstilna industrija neke su od onih u kojima je prepoznata važnost nanotehnologije, odnosno materijala prevučениh tankim slojem nanočestica. S obzirom na korištenje toksičnih kemikalija u raznim metodama sinteze nanočestica, javljaju se brojna ograničenja prilikom njihove upotrebe u ovim područjima. Stoga se sve više pažnje posvećuje pronalasku ekološki prihvatljivijih metoda sinteze nanočestica, među kojima važno mjesto zauzimaju biokatalitičke metode.

Biokatalitičke metode sinteze nanočestica podrazumijevaju njihovu sintezu uz korištenje biokatalizatora ili enzima kao organskih molekula koje su po kemijskom sastavu proteini. Upravo zbog kemijskog sastava, enzimi su potpuno razgradivi, a time i ekološki prihvatljivi što predstavlja njihovu najveću prednost. Kao prednosti korištenja enzima mogu se istaknuti i njihova aktivnost pri blagim procesnim uvjetima (sobnoj temperaturi, atmosferskom tlaku, neutralnom pH), tj. niski energetske zahtjevi i troškovi potrebne procesne opreme, njihova selektivnost odnosno smanjena mogućnost nastajanja nusprodukata i povećana produktivnost reakcije te činjenica da tijekom reakcije ostaju nepromijenjeni i ne troše se već kao takvi mogu katalizirati sljedeću reakciju. Razlog još uvijek ograničene upotrebe biokatalitičkih procesa u industriji danas su nedostaci enzima, odnosno njihova visoka tržišna cijena, nestabilnost pri višim temperaturama ili ekstremnim pH vrijednostima te zahtjevna i skupa separacija na kraju katalitičkog procesa s obzirom na njihovu dobru topljivost u vodi. [3]

U ovom radu provedena je biokatalitička sinteza nanočestica s ljuskom od cinkovog oksida (ZnO) i jezgrom od enzima ureaze. Najveću primjenu nanočestice cinkovog oksida imaju za UV i antibakterijsku zaštitu, poglavito u kremama za sunčanje i u zaštiti materijala (npr. polimerne prehrambene ambalaže i medicinskog tekstila). Tanka prevlaka ZnO na materijalu ne narušava njegovu transparentnost, a onemogućava prodor štetnog zračenja i kvarenje sadržaja što je vrlo važno osobito kada se govori o primjeni ove vrste nanočestica kod prehrambene ambalaže. Prema Američkoj upravi za hranu i lijekove (FDA; *U.S. Food and Drug Administration*) cinkov oksid je klasificiran kao generalno sigurna tvar za kontakt s hranom što mu je najvažnija prednost kod dodavanja nanočestica u prehrambenu ambalažu. [4, 5] Osim toga, prema literaturi, dodatkom ZnO različitim polimernim materijalima poboljšavaju se njihova mehanička čvrstoća i toplinska svojstva, smanjuju se propusnost kisika i transmisija UV zračenja koji mogu uzrokovati oksidaciju masti prisutnih u hrani [6] te se postižu antibakterijska svojstva materijala [7]. S obzirom na sve užurbaniji način života, nedostatak vremena za pripremu svježije hrane, razvija se sve veći broj gotovih jela, a time i potreba za njihovim što kvalitetnijim pohranjivanjem do krajnjeg potrošača zbog čega je vrlo važno razviti odgovarajuću ambalažu na ekološki prihvatljiv način. Kada se govori o primjeni ZnO nanočestica na medicinskom tekstilu važnije je njihovo antibakterijsko svojstvo, odnosno neka su ispitivanja pokazala da ZnO nanočestice u određenim uvjetima mogu inhibirati rast određenih mikroorganizama. [8]

U svrhu poboljšanja procesa ili proizvoda potrebno je provesti serije eksperimenata i testova utjecaja pojedinih parametara koji utječu na proces te konačno opsežne analize dobivenih rezultata što često zahtijeva znatnu potrošnju resursa i vremena. Stoga je razvijena metoda dizajna eksperimenta (DoE; *Design of experiments*) ili eksperimentalnog dizajna kao funkcionalni statistički alat koji pomaže u planiranju, dizajniranju i analizi ključnih eksperimenata na temelju čije se provedbe mogu izvući vrijedni i objektivni zaključci. Cilj metode je razumjeti utjecaj parametara koji utječu na proces ili proizvod, odnosno modelirati vezu između njih uz što manji broj eksperimenata, tj. što veću financijsku uštedu. Također, pomoću ovog alata moguće je definirati i optimalne vrijednosti parametara, odnosno vrijednosti parametara koje daju najbolje ili željene karakteristike procesa ili proizvoda koji proučavamo. [9] Jedan od statističkih računalnih programa koji se koristi za dizajn eksperimenata i njihovu optimizaciju je *Design-Expert*<sup>®</sup> (*State-Ease, Inc.*), a u ovom je radu korištena verzija 10 navedenog programa u svrhu optimizacije biokatalitičke sinteze nanočestica cinkovog oksida.

## 2. Eksperimentalni dio

### 2.1 Dizajn eksperimenta

Četiri parametra, temperatura, broj okretaja tresilice te početne koncentracije uree i cinkovog nitrata odabrana su kao parametri značajni za proces biokatalitičke sinteze nanočestica cinkovog oksida uz konstantnu koncentraciju enzima ureaze ( $c$  (ureaza) = 1 mg mL<sup>-1</sup>). Određeni su rasponi vrijednosti navedenih parametara ( $T$  = 25-40 °C, 50-300 rpm,  $c$  (urea) = 1-10 mM,  $c$  (Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) = 1-5 mM) unutar kojih se želi provesti optimizacija procesa. Na temelju navedenih raspona vrijednosti parametara unesenih u računalni program *Design-Expert*<sup>®</sup> te odabrane prikladne vrste dizajna (*D optimal* dizajn) program je generirao tablicu od 25 eksperimenata koje je bilo potrebno provesti za dobivanje modela procesa i traženih optimalnih rješenja, odnosno optimalnih uvjeta procesa pri kojima će se dobiti željeni rezultat – minimalna veličina sintetiziranih nanočestica cinkovog oksida.

### 2.2 Provedba eksperimenata

Generirani eksperimenti provedeni su na način da je u reaktore volumena 1 mL stavljen točno određen volumen temeljne otopine uree i enzima ureaze te je reakcijska smjesa miješana na odgovarajućem broju okretaja i temperaturi u termostatiranoj tresilici 2 minute potrebne da hidrolizom uree nastanu dovoljne koncentracije hidroksidnih iona potrebnih za sintezu nanočestica cinkovog oksida. S obzirom na to da cinkovi ioni inhibiraju aktivnost enzima ureaze, određeni volumen temeljne otopine cinkovog oksida dodan je naknadno (nakon 2 minute reakcije hidrolize uree uz enzim ureazu) čime je započeta sinteza nanočestica koja je trajala 24 sata.

### 2.3 Analiza dobivenih nanočestica

Sintetizirane nanočestice analizirane su NTA metodom (NTA; *Nanoparticle Tracking Analysis*) na uređaju *Malvern Nanosight LM10* u svrhu određivanja njihove veličine. Ova metoda zasniva se na praćenju pojedinačnih nanočestica u otopini na koje se usmjerava laserska zraka i koje se kreću pod utjecajem Brownovog gibanja te raspršuju svjetlost na površini ovisno o svojoj veličini i indeksu refrakcije. Pomoću mikroskopa i kamere detektira se raspršena svjetlost i kretanje nanočestica u dvije dimenzije u stvarnom vremenu. Temeljem praćene putanje pojedine nanočestice u dvije dimenzije te na osnovu srednje kvadratne udaljenosti koju nanočestica prijeđe, primjenom Stoke-Einsteinove jednadžbe određuje se hidrodinamički

radijus nanočestica. [10] Osim veličine nanočestica i njihove raspodjele, kao rezultat analize NTA metodom dobiva se i koncentracija nanočestica (broj čestica po mililitru otopine). Preciznost ove metode određena je provođenjem pet mjerenja veličine nanočestica u istom uzorku (Tablica 1).

**Tablica 1:** Rezultati određivanja preciznosti NTA metode

Mjerenje	Ekperimentalno dobivena veličina nanočestica [nm]	Standardna devijacija, $\sigma$	Koeficijent varijacije, CV [%]
1	174,5	8,208	5,05
2	153,8		
3	166,4		
4	158,8		
5	157,9		

### 3. Rezultati i rasprava

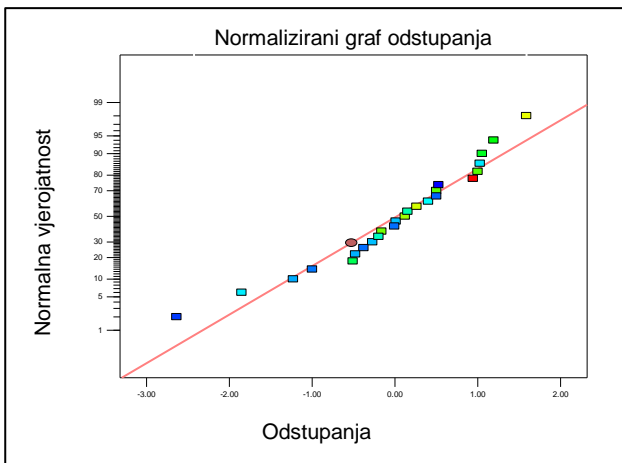
Nanočestice cinkovog oksida sintetizirane u eksperimentima prema početnim uvjetima generiranim u programu *Design-Expert*<sup>®</sup> analizirane su NTA metodom na uređaju *Malvern Nanosight LM10* te su kao rezultat dobivene veličina i koncentracija sintetiziranih nanočestica (Tablica 2). Navedeni rezultati uneseni su u predviđene stupce tablice generiranih eksperimenata u programu *Design-Expert*<sup>®</sup>. Na temelju prethodno generiranih uvjeta eksperimenata i pridruženih im rezultata, koristeći metodu analize varijance (ANOVA; *Analysis of Variance*) program evaluira i sugerira odabir modela kojim će se najbolje opisati ovisnost rezultata o parametrima procesa. U ovdje promatranom slučaju biokatalitičke sinteze nanočestica ZnO kao najbolji model (prema parametrima analize varijance) odabran je model (Jedn. 1) na temelju kojeg program *Design-Expert*<sup>®</sup> generira brojne rezultate od kojih je ovdje izdvojeno nekoliko najvažnijih.

**Tablica 2:** Rezultati analize sintetiziranih nanočestica dobiveni NTA metodom

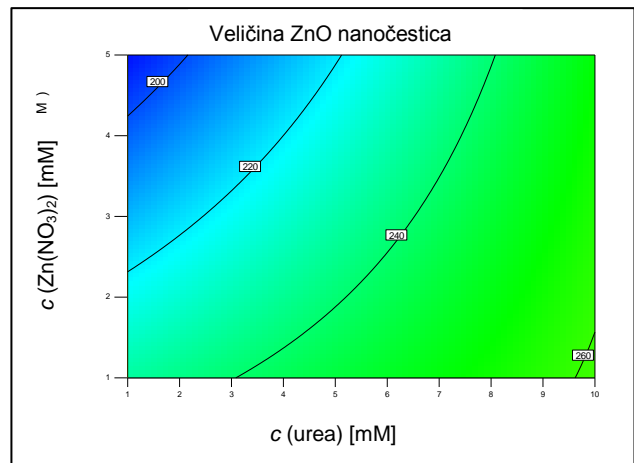
Eksperiment	c (urea) [mM]	c (Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) [mM]	T [°C]	Broj okretaja [rpm]	Koncentracija nanočestica [part/mL]	Veličina nanočestica [nm]
1	10	1	25	117,5	2,04E+10	316,2
2	10	4,3	30,4	147,5	2,97E+10	273,2
3	5,905	2,86	40	193,75	3,37E+10	251,9
4	10	4,3	30,4	147,5	1,90E+10	267,6
5	1	4,62776	34,825	257,5	1,90E+10	203,8
6	4,24	1	32,275	163,75	7,48E+09	264
7	10	5	40	300	6,59E+09	202,5
8	5,77	2,78	29,125	50	1,17E+10	264,8
9	4,24	1	32,275	163,75	1,17E+10	197,3
10	1	1	40	300	1,24E+10	279,5
11	6,535	2,78	25	203,447	1,03E+10	282,1
12	1	3,18	33,025	118,599	4,56E+10	203,9
13	1	2,18	25	265	4,63E+10	221,7
14	9,82	1	40	208,75	5,75E+10	249,2
15	1	5	25	86,25	3,22E+10	190,2
16	10	4,4	39,775	148,808	5,23E+10	231,8
17	9,82	1,76	32,65	300	7,90E+10	229,4
18	5,905	5	40	50	3,19E+10	214,1
19	5,77	2,78	29,125	50	4,71E+10	219,6
20	5,905	2,86	40	193,75	8,63E+10	205
21	6,265	5	25	300	5,56E+10	212,1
22	1	1,7	40	50	1,97E+10	218,9
23	9,82	1,76	32,65	300	2,58E+10	211,4
24	10	1	40	50	8,74E+10	242,8
25	4,87	5	32,05	162,5	5,01E+10	213,8

$$\begin{aligned}
 \text{ZnO veličina} = & +188,43568 + 27,88651 \cdot c(\text{urea}) - 2,64303 \cdot c(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) \\
 & + 0,40708 \cdot T - 0,12466 \cdot \text{br. okretaja} + 0,92392 \cdot c(\text{urea}) \\
 & \cdot c(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) - 0,57237 \cdot c(\text{urea}) \cdot T - 0,040850 \cdot c(\text{urea}) \\
 & \cdot \text{br. okretaja} - 0,16583 \cdot c(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) \cdot T - 0,018610 \\
 & \cdot c(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) \cdot \text{br. okretaja} + 0,010902 \cdot T \cdot \text{br. okretaja}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

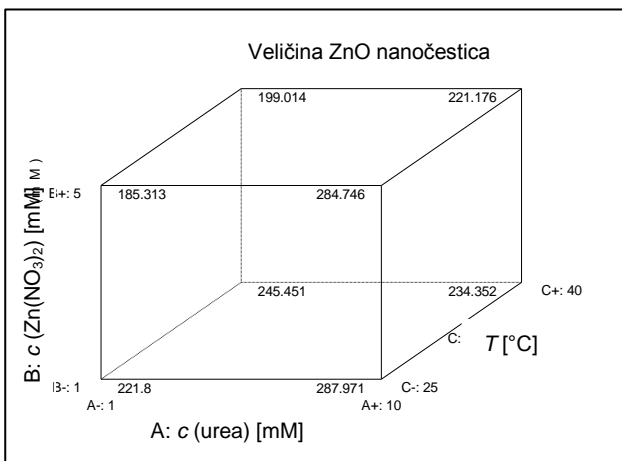
Na temelju normaliziranog grafa vjerojatnosti odstupanja izrađenog modela (Slika 1) vidljivo je da nema velikih odstupanja niti obrasca raspodjele ostataka od normalne razdiobe, što upućuje na dobru transformaciju rezultata. Grafički prikazi modela prikazani su na Slikama 2 i 3. Prema Slici 2 može se zaključiti kakav je utjecaj odabranih dvaju parametara, u ovom slučaju početne koncentracije uree i cinkovog nitrata, na odabrani rezultat – veličinu sintetiziranih nanočestica cinkovog oksida. Iz dobivenih rezultata vidi se kako su za nastanak željenih nanočestica manjih dimenzija prikladnije niže koncentracije uree i više koncentracije cinkovog nitrata u sustavu. Slika 3 je kubični prikaz utjecaja triju odabranih parametara, početne koncentracije uree i cinkovog nitrata te temperature na veličinu sintetiziranih nanočestica. U ovom načinu prikaza, u uglovima prikazane kocke nalaze se vrijednosti veličine nanočestica, dok pojedine osi prikazuju razine pojedinog parametra. Na temelju ovakvog prikaza mogu se odrediti veličine nanočestica koje očekujemo uz određene razine triju ispitivanih parametara. Nanočestice najmanjih veličina nastajat će u eksperimentima s najnižom početnom koncentracijom uree, najvišom početnom koncentracijom cinkovog nitrata te pri nižim temperaturama.



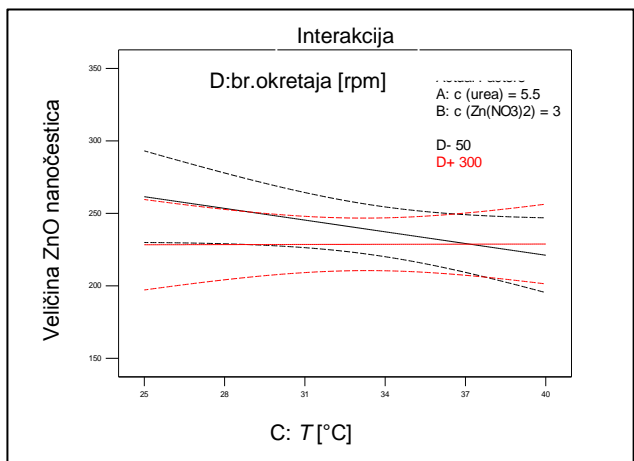
Slika 2: Normalizirani graf odstupanja



Slika 3: Grafički prikaz ovisnosti veličine sintetiziranih nanočestica ZnO o početnim koncentracijama uree i cinkovog nitrata



Slika 4: Grafički prikaz ovisnosti veličine sintetiziranih nanočestica ZnO o početnim koncentracijama uree i cinkovog nitrata te temperaturi



Slika 5: Grafički prikaz interakcije temperature i broja okretaja tresilice s obzirom na veličinu sintetiziranih nanočestica ZnO

U statističkom programu *Design-Expert*<sup>®</sup> (*State-Ease, Inc.*) kao rezultat grafički se mogu prikazati interakcije i međusobne ovisnosti odabranih dvaju parametara. Kao primjer, prikazan je međusobni utjecaj temperature i broja okretaja tresilice s obzirom na veličinu nanočestica (Slika 4) gdje crne linije prikazuju minimalni broj okretaja (50 rpm), dok crvene linije prikazuju maksimalne vrijednosti broja okretaja (300 rpm). Temeljem ovog prikaza može se zaključiti kako nanočestice najmanjih veličina mogu nastati pri malom broju okretaja, ali uz višu temperaturu i obrnuto – pri većem broju okretaja tresilice manje nanočestice očekuju se ukoliko se proces provodi pri nižim temperaturama.

Na kraju je u programu *Design-Expert*<sup>®</sup> provedena numerička optimizacija procesa biokatalitičke sinteze nanočestica cinkovog oksida s ciljem sinteze nanočestica cinkovog oksida minimalne veličine. Vrijednosti parametara procesa kretale su se unutar zadnjih raspona (početna koncentracija uree  $c$  (urea) = 1-10 mM, početna koncentracija cinkovog nitrata  $c$  ( $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ) = 1-5 mM, temperatura  $T$  = 25-40 °C i broj okretaja 50-300 rpm). Na temelju zadanih kriterija, *Design-Expert*<sup>®</sup> je generirao mnogo optimalnih rješenja, odnosno uvjete eksperimenata čijom provedbom nastaju nanočestice cinkovog oksida minimalne veličine. Uvjeti nekoliko eksperimenata prikazani su Tablicom 2. Rezultati mjerenja standardnih ZnO nanočestica definiranih karakteristikama (veličine  $\leq 100$  nm, maseni udio ZnO 18-22 %) nalaze se u Tablici 3.

**Tablica 3:** Optimalna rješenja biokatalitičke sinteze nanočestica cinkovog oksida dobivena pomoću modela

Eksperiment	$c$ (urea) [mM]	$c$ ( $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ) [mM]	$T$ [°C]	Broj okretaja [rpm]	Veličina nanočestica prema modelu [nm]
1	1,218	4,750	25,054	157,439	189,821
2	2,141	4,961	39,164	68,144	188,919
3	1,210	4,743	34,023	68,274	185,889

#### 4. Zaključci

Na temelju rezultata provedenih eksperimenata zaključeno je kako je metoda dizajna eksperimenta pogodan statistički alat za modeliranje složenih sustava u kojima promjene početnih parametara utječu na konačni rezultat – koncentraciju i veličinu nanočestica. Upotrebom dizajna eksperimenta možemo ciljano proizvoditi nanočestice željenih veličina. Prema modelu dobivenom u ovom slučaju, određeni su optimalni uvjeti sinteze, odnosno zaključeno je kako su uvjeti prikladni za sintezu nanočestica minimalnih veličina niža početna koncentracija uree, viša početna koncentracija cinkovog nitrata te više temperature uz manji broj okretaja tresilice ili niže temperature uz veći broj okretaja tresilice. Zaključeno je i kako je NTA metoda pogodna za praćenje veličine i koncentracije kod sintetiziranih nanočestica uz varijabilnost od 5,05 %. U okviru budućih istraživanja planiraju se provesti daljnja mjerenja te utvrditi sukladnost rezultata ispitivanja i optimalnih vrijednosti dobivenih pomoću metode dizajna eksperimenta.

#### Literatura

- [1] <http://www.colbas.org/ntp/opn/Axs/NanoDictionary.pdf>  
Pristupljeno: 2017-12-02
- [2] Kurajica, S., Lučić Blagojević, S.: *Uvod u nanotehnologiju*, Hrvatsko društvo kemijskih inženjera, ISBN: 978-953-6894-59-8, Zagreb (2017)
- [3] D'Souza, S.F.: Immobilized enzymes in bioprocess, *Current Science in India*, **77** (1999) 1, str. 69-79, ISSN: 0011-3891
- [4] <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcr/CFRSearch.cfm?fr=182.8991>  
Pristupljeno: 2017-12-02
- [5] Bota, J.: Optimizacija svojstava premazane kartonske ambalaže s obzirom na oblikovanje, *Dostupan na* <http://eprints.grf.unizg.hr/2671/1/Doktorski%20rad%20Bota%20Josip.pdf>  
Pristupljeno: 2017-12-02
- [6] Ahmed, J. i sur.: Rheological, structural, ultraviolet protection and oxygen barrier properties of linear low-density polyethylene films reinforced with zinc oxide (ZnO) nanoparticles, *Food Packaging and Shelf Life*, **13** (2017), str. 20-26, ISSN: 22142894
- [7] Espitia, P.J.P. i sur.: Zinc Oxide Nanoparticles: Synthesis, Antimicrobial Activity and Food Packaging Applications, *Food and Bioprocess Technology*, **5** (2012) 5, str. 1447-1464, ISSN: 1935-5149
- [8] Petkova, P. i sur.: Simultaneous sonochemical-enzymatic coating of medical textiles with antibacterial ZnO nanoparticles, *Ultrasonics Sonochemistry*, **29** (2016), str. 244-250, ISSN:1350-4177



- [9] Sertić, A.: Metode dizajniranja eksperimentalnog postupka, *Dostupan na* <https://repozitorij.fkit.unizg.hr/islandora/object/fkit%3A99/datastream/PDF/view>  
*Pristupljeno: 2017-10-22*
- [10] Marguš, M.: Razvoj elektroanalitičkih metoda za određivanje i karakterizaciju nanočestica metalnih sulfida i elementarnoga sumpora u vodenom okolišu, *Dostupan na:* [http://digre.pmf.unizg.hr/5357/1/Doktorska%20disertacija\\_Margu%C5%A1%2C%20Marija.pdf](http://digre.pmf.unizg.hr/5357/1/Doktorska%20disertacija_Margu%C5%A1%2C%20Marija.pdf)  
*Pristupljeno: 2017-12-02*

## Zahvala

Zahvaljujemo Hrvatskoj zakladi za znanost koja u okviru uspostavne istraživačke potpore UIP-2014-09-1534 financira projekt *Sinteza i ciljana primjena metalnih nanočestica – STARS*. Također, zahvaljujemo dr. sc. Mariji Brgles iz Laboratorija za imunokemiju i biokemiju Centra za istraživanje i prijenos znanja u biotehnologiji na ustupanju uređaja *Nanosight LM10* na korištenje.

## Autori:

Lela PINTARIĆ, mag. ing. oecoing.  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 3712 590

E-mail: [lela.pintaric@tff.hr](mailto:lela.pintaric@tff.hr)

Željka BUĆAN, univ. bacc. ing. oecoing.  
Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije  
Marulićev trg 19, 10000 Zagreb

E-mail: [zmarjanov@fkit.hr](mailto:zmarjanov@fkit.hr)

Martina BURŠTINSKI, univ. bacc. ing. oecoing.  
Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije  
Marulićev trg 19, 10000 Zagreb

E-mail: [mburstins@fkit.hr](mailto:mburstins@fkit.hr)

doc. dr. dr. sc. Iva REZIĆ  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 3712 593

E-mail: [iva.rezic@tff.hr](mailto:iva.rezic@tff.hr)

izv. prof. dr. sc. Ana VRŠALOVIĆ PRESEČKI  
Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije  
Marulićev trg 19, 10000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 4597 157

E-mail: [avrshalov@fkit.hr](mailto:avrshalov@fkit.hr)

## PARAMETRI STRUKTURE PLETIVA FINIH ŽENSKIH ČARAPA S ELASTANSKOM NITI

### STRUCTURAL PARAMETERS OF FINE WOMEN'S HOSIERY WITH ELASTANE THREADS

Miloš LOZO; Željka PAVLOVIĆ & Zlatko VRLJIČAK

**Sažetak:** Fine ženske čarape spadaju u najfinija pletiva jer se izrađuju najfinijim pređama, npr. PA multifilamentnim pređama finoće 17 ili 20 dtex, pri čemu je plošna masa oko 30 g/m<sup>2</sup>. Izrađuju se pređama različitih sirovinskih sastava, finoća i struktura. Fina ženska dugačka čarapa ima po cijeloj svojoj duljini različitu strukturu, a time i različita rastezna svojstva. Da bi se dobile različite rastezljivosti, a time i sile pritiska na nogu, potrebno je upletati pređe određenih rasteznih svojstava u prikladnim prepletima. Za ova istraživanja izrađeno je šest uzoraka pletiva s različitim dubinama kuliranja i u različitim prepletima. Prva grupa uzoraka je izrađena s PA multifilamentnom pređom finoće 33 dtex f34. Druga grupa uzoraka je izrađena u djelomično platirnom prepletu 1+1 pri čemu je temeljna struktura izrađena s PA multifilamentnom pređom i u svako drugi red očica još je upletena elastanska pređa finoće 22/17 dtex f7, a treća grupa uzoraka je izrađena u potpuno platirnom prepletu pri čemu su u jedan red upletene jedna PA multifilamentna pređa finoće 33 dtex f34 i jedna elastanska pređa finoće 22/17 dtex f7. U ovakvim uzorcima analizirani su parametri strukture pletiva.

**Abstract:** Fine women's hosiery is one of the finest knitwear because they are made with the finest yarns, like multifilament Polyamide with a yarn count of 17 or 20 dtex, where grammage is around 30 g/m<sup>2</sup>. They are made with yarns of different fibre compositions, fineness and structure. Fine long women's hosiery have different structure throughout its entire length, and therefore their stretching properties varies. In order to obtain a variety of elasticity, and thus the pressure force on the leg, it is necessary to knit the yarns of certain tensile strength in appropriate structure. For this research, six samples with different loop sinking depth and different structures were made. The first group of samples were knitted with PA multifilament yarn with the yarn count of 33 dtex f34. The second group of samples were knitted in partially plaited structure 1+1, with the main structure made from PA multifilament yarn and additional elastane yarn with the yarn count of 22/17 dtex f7 is knitted in every other row. The third group of samples were knitted in full plaited structure, where one PA multifilament yarn with yarn count of 33 dtex f34 and one elastane yarn with yarn count of 22/17 dtex f7 are knitted in every row. In these samples the structural parameters were analysed.

**Ključne riječi:** fina ženska čarapa, parametri strukture pletiva, prepleti, PA, Lycra

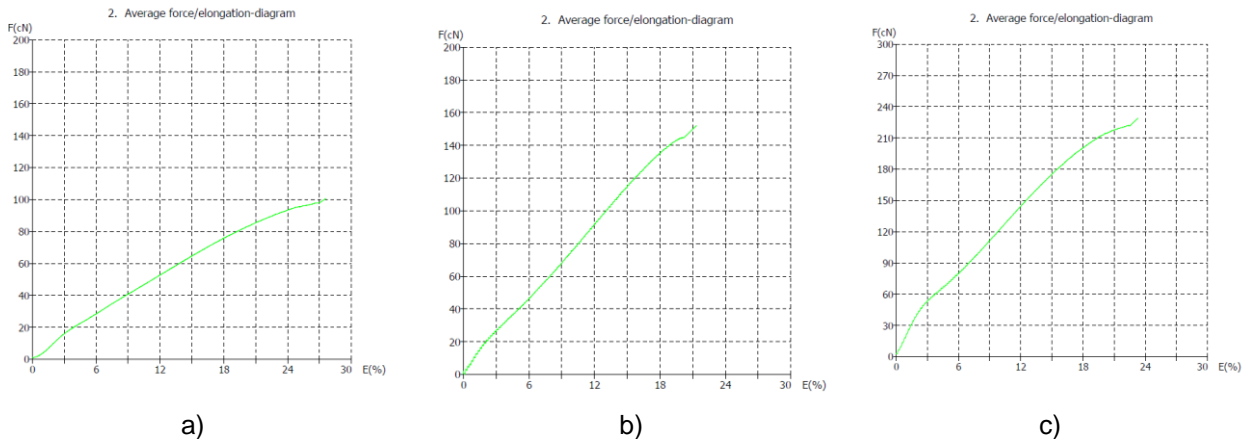
**Keywords:** fine women's hosiery, structural parameters, structure, PA, Lycra

#### 1. Uvod

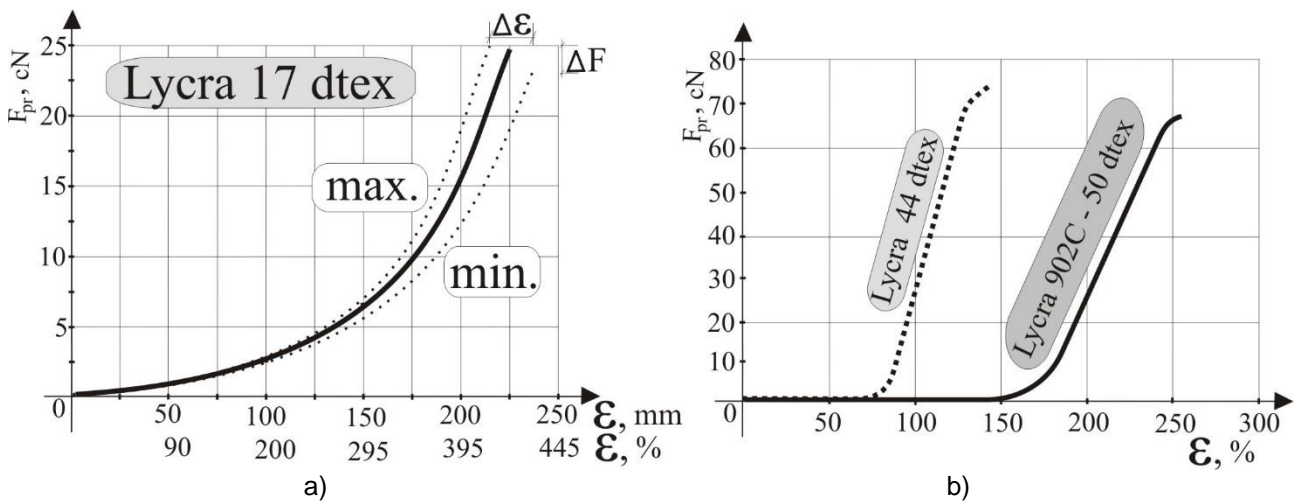
Fine ženske čarape se izrađuju na čaraparskim automatima promjera cilindrične iglenice, najčešće 90 do 125 mm, (3 ½ do 5e"), koji pletu s 330 do 480 igala. Čarape namijenjene odraslim ženama veoma često se izrađuju na automatima promjera cilindra 100 mm, (4e") koji pletu s 400 igala, tj. imaju finoću E32 [1,2]. Pri izradi jednostavnijih i jeftinijih čarapa najčešće se koriste poliamidne (PA), rjeđe poliesterske (PES) multifilamentne pređe. Zbog udobnog prilijeganja čarape uz nogu i udobnosti pri nošenju, pored PA filamentne niti koriste se i razne elastanske niti koje povećavaju cijenu čarape. Pri izradi čarapa elastanska se nit može uplesti na razne načine. Pri punom platiranju, pored temeljne niti, elastanska se nit upliće u svaki red. Pri djelomičnom platiranju, elastanska se niti upliće u svaki drugi ili treći red, ili po nekom drugom rasporedu, samo na pojedinom dijelu čarape. Udio elastanske niti značajno određuje rastezna svojstva čarape, odnosno kompresivnost čarape na nogu, a time i udobnost nošenja čarape [3,4].

Jedna od zadaća čarape je da zaštiti nogu od vanjskih utjecaja, u prvom redu hladnoće i vjetra. Zbog toga je struktura filamentnih pređa za izradu čarapa drugačija od strukture filamentnih pređa za izradu odjeće: majica, košulja, haljina, suknji, hlača i dr. Filamentne pređe za izradu čarapa izgrađene su iz više vlakana. Finoća i broj vlakana određuju finoću filamentne pređe. S brojem uvoja se određuje struktura filamentne pređe. Veći broj vlakana u filamentnoj pređi daje bolju popunjenost pređe i veću udobnost pri nošenju čarape. Pređa koja ima veći broj vlakana stvara više poteškoća i zastoja u procesu pletenja, a time i znatno više pogrešaka, gubitaka i otpada pri pletenju. Prema namjeni proizvoda i mogućnosti rada stroja, potrebno je pronaći optimalan broj vlakana koji izgrađuje pojedinu filamentnu pređu. Na tržištu postoje razne finoće filamentnih

pređa s različitim brojem vlakana. Za izradu finih ženskih čarapa često se koriste filamentne pređe finoće 10 do 33 dtex, najčešće 13, 17, 22 i 33 dtex. U ovim pređama može biti 5 do 10 vlakana koja su najčešće okruglog poprečnog presjeka i finoće 2,5 do 3,3 dtex. Malo grublje čarape se izrađuju pređama finoće 20 do 60 dtex, najčešće 20, 33, 40 i 60 dtex i često s mikrovlaknima finoće 0,8 do 1 dtex [5,6]. S mikro vlaknima dobiju se veoma kvalitetne i znatno skuplje čarape. Da vlakna ne bi stvarala probleme pri pletenju, pređe se svako 10, 15, 20 ili 25 mm površinski slijepe i tako upliću u red očica. PA filamentne pređe za izradu čarapa imaju prekidnu istezljivost 20 do 35 %, slika 1., a elastanske pređe 150 do 900 %, slika 2. S ovakvim se pređama može ostvariti različita rastezljivost i kompresivnost čarapa na nogu [7,8].



**Slika 1:** Vlačna svojstva PA multifilamentnih pređa različitih finoća koje se koriste u izradi finih ženskih čarapa; a) 20 dtex f 20;  $F_{pr} = 100$  cN;  $\varepsilon = 28$  %; b) 40 dtex f40;  $F_{pr} = 153$  cN;  $\varepsilon = 22$  %; c) 60 dtex f 60;  $F_{pr} = 230$  cN;  $\varepsilon = 23$  %;



**Slika 2:** Vlačna svojstva elastanskih pređa različitih finoća koje se koriste u izradi finih ženskih čarapa; a) Lycra 17 dtex;  $F_{pr} = 25$  cN;  $\varepsilon = 424$  %; b) Lycra 44 dtex;  $F_{pr} = 73$  cN;  $\varepsilon = 148$  % i Lycra 902C, 50 dtex;  $F_{pr} = 64$  cN;  $\varepsilon = 261$  %

## 2. Eksperimentalni rad

Cilj ovih istraživanja je da se dođe do podataka koliko dubina kuliranja, sirovinski sastav i preplet utječu na strukturu pletiva fine ženske čarape. Jednostavniji oblici finih ženskih čarapa koje se nalaze na tržištu u slobodnoj prodaji izrađuju se u glatkom kulirnom desno-lijevom prepletu, a složeniji oblici u različitim platirnim prepletima pa su i uzorci pletiva u ovim istraživanjima izrađivani u navedenim prepletima.

Za ova istraživanja i izradu uzoraka pletiva korišten je čaraparski automat promjera cilindrične iglenice 4e" koji je pleo s 400 igala na četiri pletača sustava, tabela 1. Stroj se svakodnevno koristi u pogonskoj proizvodnji. Razmak između središnjice dvije susjedne igle iznosi 0,80 mm. Debljina tijela igle iznosi 0,33 mm, a kukice za zahvaćanje niti 0,26 mm. Na ovakvim je automatima preporučljivo izrađivati finu žensku čarapu s multifilamentnim pređama finoće 13 do 72 dtex. Pri izradi fine ženske čarape često se koristi jedna pređa i

različite dubine kuliranja. U ovim istraživanjima uzorci su izrađivani s tri dubine kuliranja jediničnih iznosa 550, 700 i 850.

**Tablica 1:** Značajke čaraparskog automata na kojem su izrađivani uzorci pletiva za fine ženske čarape

Finoća automata, E	Promjer cilindra mm ( e <sup>“</sup> )	Broj pletačkih sustava, S	Broj igala, Ni	Radna brzina cilindra, min <sup>-1</sup>
32	100 ( 4 )	4	400	250 do 700

Za izradu temeljnog pletiva je korištena PA filamentna pređa finoće 33 dtex f34 koja je imala prekidnu silu 145 cN i prekidnu istezljivost 25 %. Za platiranje je korištena elastanska pređa finoće 22/17 dtex f7 koja je imala prekidnu silu 39 cN i prekidnu istezljivost 386 %, slika 3.

### 3. Rezultati i rasprava parametara strukture pletiva

Uzorci pletiva su izrađivani na stroju promjera cilindrične iglenice 100 mm, (4e<sup>“</sup>) pri čemu opseg iglenice iznosi 319 mm. Stroj ima četiri pletača sustava koja mogu plesti s više različitih pređa. Kod izrade prvog uzorka svakom pletačem sustavu je dovođena po jedna PA multifilamentna pređa finoće 33 dtex f34. Neparnim sustavima su dovođene pređe S smjera uvijanja, a parnim sa Z smjerom uvijanja. Kod dubine kuliranja 550 jedinica širina pletiva je iznosila 111 mm x 2, pri čemu je skupljanje pletiva u smjeru redova očica iznosilo 30 %, tabela 2. Kod dubine kuliranja 700 jedinica, širina pletiva je bila veća te je iznosila 124 mm x 2 pa je skupljanje bilo manje i iznosilo je 22 %. Kod najveće dubine kuliranja koja je iznosila 850 jedinica, širina pletiva je 123 mm x 2, a skupljanje je 23 %. Masa četvornog metra izrađenih uzoraka je iznosila 50 i 51 g/m<sup>2</sup>. Pletivo izrađeno u djelomično platirnom prepletu 1+1, u temeljnoj podlozi ima upletenu prethodno navedenu PA multifilamentnu pređu finoće 33 dtex f34 i u svaki drugi red obavijenu elastansku pređu finoće 22/17 dtex f7. Zbog uplitanja elastanske pređe povećava se skupljanje pletiva koje iznosi 35 do 37 %, smanjuje širina pletiva, koja iznosi 100 mm x 2 do 103 mm x 2 i povećava plošna masa pletiva koja se nalazi u granicama 80 do 106 g/m<sup>2</sup>. Pri izradi potpuno platirnog pletiva u svaki se red upliće jedna PA multifilamentna pređa i jedna elastanska pređa. Upletene elastanske pređe još više povećavaju skupljanje pletiva koje iznosi 36 do 40 % i time smanjuju širinu cjevastog pletiva, koje iznosi 95 mm x 2 do 102 mm x 2. S ovalikim skupljanjem i uplitanjem dvije niti u red pletiva, dobije se relativno velika plošna masa koja iznosi 138 do 144 g/m<sup>2</sup>.

**Tablica 2:** Parametri strukture pletiva izrađenih uzoraka finih ženskih čarapa

T <sub>t</sub> dtex	preplet	h <sub>k</sub>	m, g/m <sup>2</sup>	S <sub>p</sub> , mm	s, %	d <sub>pl</sub> , mm	m <sub>z</sub> , g/cm <sup>3</sup>	D <sub>h</sub> , oč./cm	D <sub>v</sub> , oč./cm	C	D, oč./cm <sup>2</sup>
33	glatki	550	51	111	30	<b>0,34</b>	0,151	18,1	32,0	0,57	577
		700	<b>50</b>	<b>124</b>	<b>22</b>	0,37	0,131	<b>16,1</b>	30,7	0,53	494
		850	<b>50</b>	123	23	0,40	<b>0,125</b>	16,3	27,3	0,60	<b>444</b>
33 + 22/17	platirni 1+1	550	106	100	37	0,52	0,203	20,1	44,3	<b>0,45</b>	891
		700	87	103	35	0,46	0,190	19,4	33,4	0,58	648
		850	80	102	36	0,46	0,173	19,6	<b>27,1</b>	<b>0,72</b>	532
33 + 22/17	platirni	550	<b>144</b>	<b>95</b>	<b>40</b>	0,51	<b>0,283</b>	<b>21,1</b>	<b>45,9</b>	0,46	<b>968</b>
		700	142	98	39	0,58	0,245	20,4	41,3	0,49	844
		850	138	102	36	<b>0,63</b>	0,221	19,7	37,7	0,52	741

**Gdje je:** T<sub>t</sub> – finoća pređe, dtex, h<sub>k</sub> – dubina kuliranja, bezdimenzijski broj, m - plošna masa pletiva, g/m<sup>2</sup>, S<sub>p</sub> – širina pletiva, mm, d<sub>pl</sub> – debljina pletiva, mm, m<sub>z</sub> – zapreminska masa pletiva, g/cm<sup>3</sup>, D<sub>h</sub> – zbijenost očica u redu pletiva, oč./cm, D<sub>v</sub> – zbijenost očica u nizu pletiva, oč./cm, C – koeficijent zbijenosti očica, D – broj očica na osnovnoj jedinici površine, oč./cm<sup>2</sup>

Sva izrađena pletiva imaju debljinu 0,34 do 0,63 mm. U načelu, s povećanjem dubine kuliranja povećava se i debljina pletiva, a za pretpostaviti je da se time i povećavaju toplinska zaštitna svojstva. Debljina pletiva također se povećava s brojem upletenih niti u red pletiva. Kad su dvije niti upletene u red pletiva tada je debljina pletiva veća oko 50 % u odnosu na jednu upletenu nit. Na osnovi plošne mase i debljine pletiva izračunala se zapreminska masa pletiva koja je veća s većim udjelom elastanske niti u strukturi pletiva. Povećanjem dubine kuliranja utječe se na smanjenje zapreminske mase. U ovim istraživanjima zapreminska

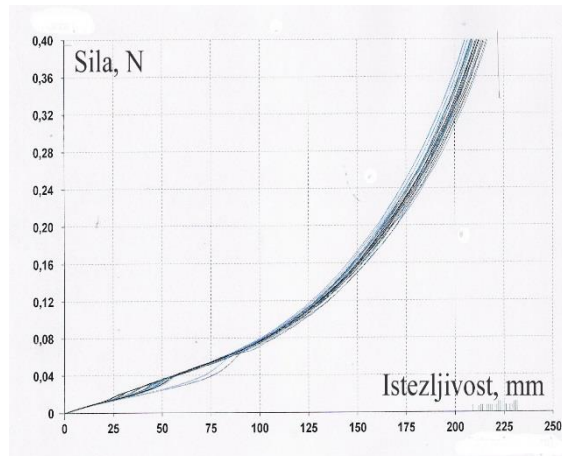
masa pokriva veliko područje i nalazi se u granicama 0,125 do 0,283 g/cm<sup>3</sup>. Kod glatkog zbijenijeg pletiva zapreminska je masa veća 21 % od istog, ali poroznijeg pletiva, tj. pletiva izrađenog s dubinom kuliranja 850 jedinica. Kod platirnih pletiva zapreminska masa zbijenijih ili gušćih pletiva je 28 % veća od poroznijih pletiva. Ovaj podatak ukazuje na utjecaj uplitanja elastanske niti na strukturu pletiva. Zbijenost očica u redu pletiva je povezana sa širinom pletiva i skupljanjem pletiva nakon skidanja sa stroja i relaksacije. Međutim, zbijenost očica u nizu je povezana s dubinom kuliranja i količinom upletene elastanske niti u pletivo. Kod glatkih pletiva, zbijenost očica u nizu se nalazi u granicama 27,3/cm do 32,0/cm, a kod potpuno platirnih u području 37,7/cm do 45,9/cm. Kod najzbijenijeg analiziranog pletiva visina reda očica iznosi svega 0,22 mm, a tolika je uvjetna debljina pamučne jednostruke pređe finoće 30 tex. Kod ovakve strukture pletiva očica zasigurno ima sasvim drugačiji geometrijski oblik nego kod glatkog pamučnog pletiva namijenjenog rublju i izrađenog pređom finoće npr. 20 tex.

Koeficijent zbijenosti očica (C) je veoma često mjeritelj ispravne gustoće očica u pletivu. Kod klasičnih pamučnih desno-lijevih pletiva namijenjenih rublju ili laganim majicama ovaj se koeficijent nalazi u granicama 0,8 do 0,9. Kod ovih uzoraka karakterističnih izradi finih ženskih čarapa, ovaj se koeficijent nalazi u području 0,45 do 0,72 što ukazuje da se radi o znatno drugačijoj strukturi pletiva. S povećanjem dubine kuliranja, povećava se i koeficijent zbijenosti očica i u osnovi se smanjuje s povećanjem uplitanja elastanske niti u pletivo. Kad se u svaki red uplete po jedna PA pređa i jedna elastanska tada se dobije najniži koeficijent zbijenosti očica koji iznosi 0,46 do 0,52. Za opisivanje zbijenosti očica u pletivu ili gustoće pletiva koristi se podatak opće zbijenosti na kojoj se promatra broj očica na jedinicu površine. Pletiva su izrađivana veoma finim i elastičnim pređama koje se znatno skupljaju nakon skidanja sa stroja i relaksacije pa u jedinici površine ima 444 do 968 očica/cm<sup>2</sup>, ili 4,44 do 9,68 očica/mm<sup>2</sup>, što zaista predstavlja veoma zbijenu strukturu pletiva koja ga svrstava u općenito najfinija pletiva. Za usporedbu, pamučna pletiva koja se koriste za izradu finog ženskog rublja već sa 200 očica/cm<sup>2</sup> se svrstavaju u fina pletiva.

Glavni parametar koji opisuje strukturu pletiva je najčešće utrošak niti za oblikovanje očice, tabela 3. Kod ovakvih struktura pletiva nije jednostavno odrediti utrošak pređe za oblikovanje očice [9,10]. U prvom redu radi se o veoma zbijenom pletivu izrađenom finim multifilamentnim i elastičnim pređama. Multifilamentne pređe se jednostavno ne paraju iz ovakvog pletiva, naročito ako su upletene zajedno s elastanskom niti. Još uvijek je veličina predopterećenja promjenjiva veličina i za njom se traga. Kod klasičnih predenih pređa kod mjerenja duljine ili određivanja finoće pređe, predopterećenje je 0,5 cN/tex. Međutim, kod multifilamentnih pređa predopterećenje može biti i do 3 cN/tex. Za svaku multifilamentnu i elastansku pređu deklarirane finoće potrebno je mjerenjem odrediti potrebno predopterećenje. U ovim istraživanjima, predopterećenje za mjerenje duljine PA multifilamentne pređe finoće 33 dtex f34 iznosilo je 6 g ili 2 cN/tex. Izrađivan je cjevasti uzorak pletiva s 400 igala pa je u jednom redu oblikovano 400 očica. Između dva niza očica, uzdužno je razrezan uzorak pletiva i iz njega je parana PA multifilamentna pređa koja je imala duljinu 800 do 1200 mm. Jedan kraj niti je učvršćen u gornju hvatalicu, a drugi kraj je uz slobodni pad opterećen utegom 6 g. Izmjerena duljina je podijeljena s 400 i dobiven je utrošak niti za oblikovanje jedne očice koji je iznosio, npr. 2,35 mm. Na osnovi ovako izmjerenih niti određen je prosječan utrošak za oblikovanje jedne očice.

**Tablica 3:** Utrošak niti u očici u analiziranim uzorcima pletiva

T <sub>t</sub> dtex	preplet	h <sub>k</sub>	ℓ, mm	ℓ <sub>s</sub> , mm	Lycra		
					ℓ <sub>o</sub> , mm	ℓ <sub>m</sub> , mm	ℓ <sub>s</sub> , mm
33	glatki	550		2,53			
		700		2,86			
		850		3,20			
33 + 22/17	platirni 1+1	550	2,35	2,18	0,55	1,02	1,34
		700	2,56	2,40	0,56	1,09	1,44
		850	2,87	2,75	0,59	1,21	1,65
33 + 22/17	platirni	550	2,23		0,58	1,16	1,87
		700	2,54		0,58	1,30	2,10
		850	2,79		0,59	1,40	2,28



**Slika 3:** Vlačna svojstva elastanske pređe finoće 22/17 dtex f7;  $F_{pr} = 39$  cN;  $\varepsilon = 386\%$

**Gdje je:**  $l$  - utrošak temeljne (PA) niti u očici, mm,  $l_s$  - utrošak PA niti u očici kad ne platira, mm,  $l_0$  - utrošak elastanske niti (Lycra) u očici, bez opterećenja, mm,  $l_m$  - utrošak elastanske niti (Lycra) u očici, s opterećenjem 1 g, mm,  $l_5$  - utrošak elastanske niti (Lycra) u očici, s opterećenjem 0,5 cN/tex, (2 g), mm

Za elastansku pređu nije bilo jednostavno odrediti predopterećenje jer se radi o omotanoj elastanskoj pređi koja se sastoji od elastanske pređe finoće 22 dtex oko koje je omotana PA multifilamentna pređa sastavljena od 7 niti ukupne finoće 17 dtex. U deklaraciji nije navedena zajednička finoća pređe. Zbog toga, ali i drugih istraživanja, duljina isparane elastanske pređe je mjerena s tri opterećenja. Prvo je mjerenje obavljeno bez opterećenja pri čemu je elastanska pređa učvršćena u gornju hvatalicu, a drugi je kraj slobodno padao. Izmjerena duljina je podijeljena s 400 i dobiven utrošak niti za oblikovanje očice, npr.  $l_0 = 0,55$  mm. U drugom slučaju o isparanu i obješenu nit vješano je opterećenje mase 1 g (0,25 cN/tex). Utrošak niti u očici iznosio je  $l_m = 1,02$  mm. U trećem slučaju predopterećenje je bilo 2 g (0,5 cN/tex), a utrošak niti u očici je iznosio  $l_5 = 1,34$  mm i ovaj se utrošak smatra prihvatljivim. Na osnovi rezultata mjerenja uočljivo je da se prosječni utrošak niti za oblikovanje očice u glatkom pletivu nalazi u području 2,53 do 3,20 mm. Kod platirnog pletiva uzorka 1+1 kad se u jedan red upliće samo PA pređa tada je utrošak niti u očici 2,18 do 2,75 mm, a kad se uz PA pređu upliće i elastanska tada je utrošak niti u očici veći i nalazi se u granicama 2,35 do 2,87 mm, dok je uplitanje elastanske niti znatno manje i iznosi 1,34 do 1,65 mm. Kad se izrađuje potpuno platirno pletivo tada se u jedan red upliće jedna PA i jedna elastanska pređa. PA pređe se uplete 2,23 do 2,79 mm za oblikovanje temeljne očice i 1,87 do 2,28 mm elastanske niti za oblikovanje platirne očice. Ovako bitno različiti udjeli uplitanja pojedinih pređa upućuju na zaključak da je pri izradi pojedinih uzoraka navedenih pletiva svakako trebalo posebnu pozornost posvetiti dovođenju pojedinih niti u zonu pletenja kako bi se dobila ravnomjerna struktura pletiva pa su pri izradi pojedinih uzoraka niti dovođene pod drugačijim uvjetima pri čemu je bila promjenjiva vlačna sila pri vođenju niti.

#### 4. Zaključak

Pletiva u finim ženskim čarapama se svrstavaju u najfinija pletiva jer se izrađuju veoma finim PA multifilamentnim i elastanskim pređama finoće 15, 17 ili 20 dtex i imaju 4,44 do 9,68 očica/mm<sup>2</sup>. Pri izradi jednostavnih finih ženskih čarapa s PA multifilamentnim nitima finoće 33 dtex f34 plošna masa iznosi oko 50 g/m<sup>2</sup>. Kad se u svaki drugi red pored temeljne PA pređe uplete i obavijena elastanska pređa finoće 22/17 dtex f7 tada se masa nalazi u granicama 80 do 106 g/m<sup>2</sup>, a ako se elastanska nit upliće u svaki red tada je masa znatno veća i nalazi se u granicama 138 do 144 g/m<sup>2</sup>. Elastanske pređe su znatno skuplje od multifilamentnih PA pređa, a s većim uplitanjem u čarapu povećavaju masu čarape pa je neophodno i cijena takve čarape znatno veća od cijene klasične fine čarape.

#### Literatura

- [1] Modig N.: *Hosiery Machines*, Meisenbach, Bamberg 1988.
- [2] Bašnec I.: Proces izrade finih ženskih čarapa, *Tekstil* 43(1994.) 5, 255-259
- [3] Lozo, M. i Vrljićak, Z.: Rastezna svojstva finih ženskih čarapa s gaćicama, *MATRIB 2014, International conference on materials, tribology, recycling*, Urednik: Grilec, T., str. 278-288, June 2014, Vela Luka, (2014)

- [4] Oess, O.: Lycra Fiber T902C the Ideal Solution to Improve Comfort and Compliance of Medical Compression Products, *2<sup>nd</sup> International Congress on Healthcare and Medical Textiles*, Urednik: Kumbasar, E.P.A., 215-224, Izmir, September 2014, EgeMeditex, Izmir, (2014.)
- [5] [http://www.lycra.com/ger\\_g/home.aspx](http://www.lycra.com/ger_g/home.aspx); *Pristupljeno*: 2017-11-12
- [6] <http://www.fulgar.com/eng/products/lycra>; *Pristupljeno*: 2017-10-24
- [7] <https://connect.lycra.com/en/Technologies-and-Innovations/Fiber-Technologies>; *Pristupljeno*: 2017-11-08
- [8] Lozo M. i Vrljićak Z.: Structure and Elongation of fine Ladies' Hosiery, 48. Congress of the IFKT, 8.-10. June 2016., pp.1-10, Moechengladbach, Njemačka
- [9] Pavlović Ž., Lozo M. i Vrljićak Z.: Problemi određivanja utroška niti u očici finih ženskih čarapa, *Tekstil*, 65(2016.)1-2, 35-46
- [10] BS EN ISO 2060:2015-08-15 Textilien. Garne von Aufmachungseingeschaften. Bestimmung der Feinheit (Masse je Laengeneinheit) durch Strangverfahren

#### **Zahvala:**

Ovaj je rad financirala Hrvatska zaklada za znanost, projektom IP-2016-06-5278.

#### **Autori:**

Titula Ime PREZIME: Dipl. inž. Miloš LOZO  
Naziv institucije: Tvornica čarapa 8. Mart  
Adresa: Senčanski put 85, 24 000 Subotica, Republika Srbija  
Tel: +(381) (24) 55 34 11

E-mail: 8mart@eunet.rs

Titula Ime PREZIME: mag.ing.techn.text. Željka PAVLOVIĆ  
Naziv institucije: Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: + (385) (1) 37 12 572

E-mail: zeljka.pavlovic@tff.hr

Titula Ime PREZIME: prof.dr.sc. Zlatko VRLJIČAK  
Naziv institucije: Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: + (385) (1) 37 12 578

E-mail: zlatko.vrljicak@tff.hr

## UTJECAJ ULTRAZVUKA NA PRIPREMU HIBRIDNOG FITOTERAPEUTSKOG TEKSTILA

### THE INFLUENCE OF ULTRASOUND ON PREPARATION OF HYBRID PHYTOTHERAPEUTIC TEXTILE

Mateja VITEZ & Maja SOMOGYI ŠKOC

**Sažetak:** Glavni znanstveni interes ovog rada bio je usmjeren istraživanju mogućnosti koje pruža sol-gel postupak za modifikaciju celulozne tkanine primjenom anorgansko-organskih tvari te prirodne aktivne tvari – češnjaka s ciljem pripreme hibridnog terapijskog, tj. fitoterapeutskog tekstila. Provedena je ultrazvučna homogenizacija i homogenizacija miješanjem na magnetskoj miješalici pri temperaturi od  $20 \pm 2$  °C, u vremenu od 1 h u zatvorenom reakcijskom sustavu. Odabran je 3-glicidiloksipropiltrimetoksisilan (GLYMO) kao prekursor, HCl kao katalizator i uzeta su tri različita masena udjela granula komercijalno dobavljivog češnjaka. Češnjak je odabran obzirom na njegova osnovna svojstva - antibakterijsko, antivirusno, antifungalno, antiparazitsko i antioksidacijsko djelovanje. Za modificirane uzorke pretpostavlja se da bi mogli naći primjenu u području medicinskog tekstila, kao tekstilni materijali koji se ne ugrađuju – kao zaštita od infekcija i za pospješivanje zacjeljivanja (kompresse, flasteri i sl.). Proveden je test kapi, određene su morfološke karakteristike skenirajućim elektronskim mikroskopom (SEM) i provedena je spektroskopija u infracrvenom području (FTIR-ATR).

**Abstract:** The main scientific interest of this paper was to investigate the possibilities offered by the sol-gel process for the modification of cellulose fabric using inorganic-organic substances and natural active ingredients - garlic for the purpose of preparing hybrid therapeutic, i.e. phytotherapeutic textiles. Ultrasonic homogenization and homogenization on a magnetic stirrer at a temperature of  $20 \pm 2$  °C for 1 h in a closed reaction system were carried out. 3-glycidyoxypropyltrimethoxysilane (GLYMO) was chosen as a precursor, HCl as catalyst and three different mass proportions of commercially available garlic was selected. Garlic is selected based on their basic properties - antibacterial, antiviral, antifungal, antiparasitic and antioxidant activity. For modified samples, it is presumed that they may find application in the field of medical textiles, as non-implantable materials - for protection against infections and for healing (compression, plasters, etc.). The drop test was carried out, morphological characteristics by scanning electron microscopy (SEM) and spectroscopy in the infrared field (FTIR-ATR) were determined.

**Cljučne riječi:** sol-gel, češnjak, homogenizacija, terapijski tekstil, medicinski tekstil.

**Keywords:** sol-gel, garlic, homogenization, therapeutic textiles, medical textiles.

## 5. Uvod

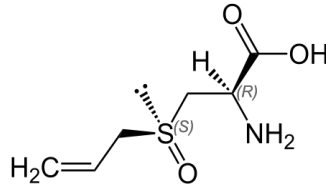
U cilju poboljšavanja svojstava postojećih materijala posljednjih godina intenzivno se radi na razvoju materijala nanometarske razine homogenosti između organske i anorganske faze, tzv. organsko-anorganskih hibrida. Hibridnim materijalima se većinom nazivaju organsko-anorganski kompozitni materijali u kojima barem jedna faza nanometarskih dimenzija nastaje in situ, za razliku od nanokompozita koji se pripremaju umiješavanjem unaprijed pripravljenog punila [1].

Time se izbjegavaju problemi postizanja potpunog raspršenja punila i njegove jednolike raspodjele koji otežavaju pripremu istinskih nanokompozita. Za pripremu organsko-anorganskih hibridnih materijala vrlo često se koristi niskomolekularni sol-gel postupak. Takav postupak nudi brojna rješenja u stvaranju novih površinskih svojstava tekstilija za primjenu u medicinske svrhe i dr. Uz dobro postavljene uvjete obrade i dodatkom antimikrobnih sredstava dolazi do potpune modifikacije tekstilija s mogućnošću razvoja novog proizvoda, odnosno fitoterapeutskog tekstila s dobrim antibakterijskim, antifungalnim, antiviralnim, antioksidativnim i antiupalnim svojstvima [2].

U cilju razvoja fitoterapeutskog tekstila koriste se brojna antimikrobna sredstva na bazi biljaka, a jedno od takvih sredstava je i češnjak. Kroz povijest, različite kulture prepoznale su potencijal korištenja češnjaka kao antimikrobnog sredstva. Današnja fitoterapija nije "alternativna medicina", već dio znanstvene medicine i čini osnovu prevenciju i pomoć pri izlječenju raznih poremećaja i/ili bolesti [3].



Češnjak (*lat. Allium sativum*) sadrži oko 400 aktivnih sastojaka, bogat je vitaminima i mineralima kao što su adenzin, alicin, aminokiseline, biljna vlakna, biljne masti, vitamin A, vitamin B1 i B2, vitamin C, željezo, enzimi, eterična ulja, jod, kalij, kalcij, selen, sumpor i fosfor [4].



Slika 1: Strukturna formula alicina [5]

Zbog svojeg jedinstvenog sastava, češnjak povoljno utječe na mnoge bolesti poput virusnih i bakterijskih infekcija, artritisa, bolesti krvožilnog sustava, bolesti dišnih puteva, probavnih tegoba, parazita i kroničnog umora. Istraživanja potvrđuju da redovito korištenje češnjaka regulira tlak, razinu kolesterola i šećera u krvi, također može poslužiti kao odlična prevencija mnogih vrsta raka [6].

Kad se lukovica zgnječi ili žvače, oslobađa se aliin, jedna od sumpornih tvari, te postaje alicin. Upravo alicin daje češnjaku miris i ima ljekovito djelovanje. Dio se alicina raspada i nastaje ajoen, koji je također ljekovit i pokazao se posebno učinkovitim u liječenje gljivice *Candida albicans*. Nedavna istraživanja potvrdila su njegovo djelovanje na bakteriju *Pseudomonas aeruginosa*, kao i na mnoge druge bakterije. Posebno zanimanje liječnika potiče djelovanje češnjaka na bakterije rezistentne na moderne antibiotike [7].

Vođeni tim razmišljanjima, primjena anorganskih i organskih tvari uz dodatak češnjaka zasigurno omogućuje pripremu medicinskog tekstila jedinstvenih svojstava.

## 6. Eksperimentalan dio

### 6.1 Priprava hibridnih materijala

Za pripremu hibridnih materijala korišten je prekursor 3-glicidiloksi-propiltrimetoksisilan, GLYMO (98 % Aldrich, M = 236,34 g/mol). Kao katalizator za hidrolizu GLYMO-a odabrana je klorovodična kiselina (37% Aldrich, M = 36,46 g/mol) budući da se radi o lako hlapljivoj tvari koja se iz matice može ukloniti isparavanjem prije ili tijekom umrežavanja. Kao prirodna aktivna tvar korišten je češnjak njemačke tvrtke Lebensbaum. Odgovarajućoj obradi dodano je 2 g, 4 g i 6 g prirodne aktivne tvari – češnjaka. Obradivani uzorci bili su početne mase 0,4040 g.

Za pripremu sol-gel prevlaka, sol je homogenizirana na dva različita načina:

1. u posebnoj posudi duplog dna za termostatanje kako bi se osigurali konstantni uvjeti ispitivanja i zadovoljili osnovni uvjeti pripreve,
2. u ultrazvučnoj kupelji pri 80 kHz u vremenu od 90 min, a gdje je kao medij korištena deionizirana voda (Ultrazvučna obrada provedena je u ultrazvučnoj kadi Elmasonic P proizvođača Elma).

Homogenizirane smjese zasebno su za svaki od prethodno dva navedena načina izljevane u teflonske posude, a zatim su uzorci uranjeni pomoću aparature za uranjanje vlastite izrade definiranom brzinom uranjanja/izranjanja te ostavljeni da geliraju pri sobnoj temperaturi tijekom 24 h i u sušioniku na 110 °C, 1 h. Na taj način se omogućila hidroliza alkoksidnih skupina GLYMO-a s vlagom iz zraka. Prevlake na uzorcima dimenzija 5 x 5 cm izvlačene su brzinom od 1 mm/s.

### 6.2 Određivanje strukture uzorka spektroskopskom metodom

Analiza ispitivanih uzoraka provedena je spektroskopijom u infracrvenom području na aparatu Perkin Elmer Spectrum 100 FTIR, uz ATR dodatak za površinsku analizu (FTIR-ATR). Područje snimanja je od 400 do 4000 cm<sup>-1</sup>. Svi spektri snimani su pri sobnoj temperaturi.

### 6.3 Skenirajući elektronski mikroskop

Površinska struktura i morfološke karakteristike nemodificiranih i modificiranih uzoraka snimane su na skenirajućem elektronskom mikroskopu proizvođača TESCAN VEGA III EASYPROBE s radnim naponom od

20 kV. Snimanja su provedena uz povećanje od 500x, 2000x i 5000x a uzorci su napareni naporivačem sa zlatom/paladijem (Au/Pd) kako bi se postigle što bolje snimke morfologije pripremljenih sol-gel prevlaka.

Određivanje vremena upijanja kapi

Određivan je utjecaj obrade sol-gel postupkom na hidrofilnost tekstilnih materijala prema AATCC 79-2000 - *Vrijeme upijanja kapi na površini materijala* s volumenom kapi 0,2 ml.

## 7. Rezultati i rasprava

Karakterizacija neobrađenog uzorka provedena je u skladu s uobičajenom tekstilnom karakterizacijom, pri čemu su određene osnovne karakteristike: sirovinski sastav (pamuk, 100 %, keper vez), površinska masa (178 g/m<sup>2</sup>) prema HRN ISO 3801:2003, debljina tkanine (0,49 mm) prema HRN EN ISO 5084:2003 i gustoća tkanine (osnova/potka, 24/30 niti/cm) prema HRN EN 1049-2:2003.

U tablici 1 su prikazane oznake uzoraka koje su korištene u radu.

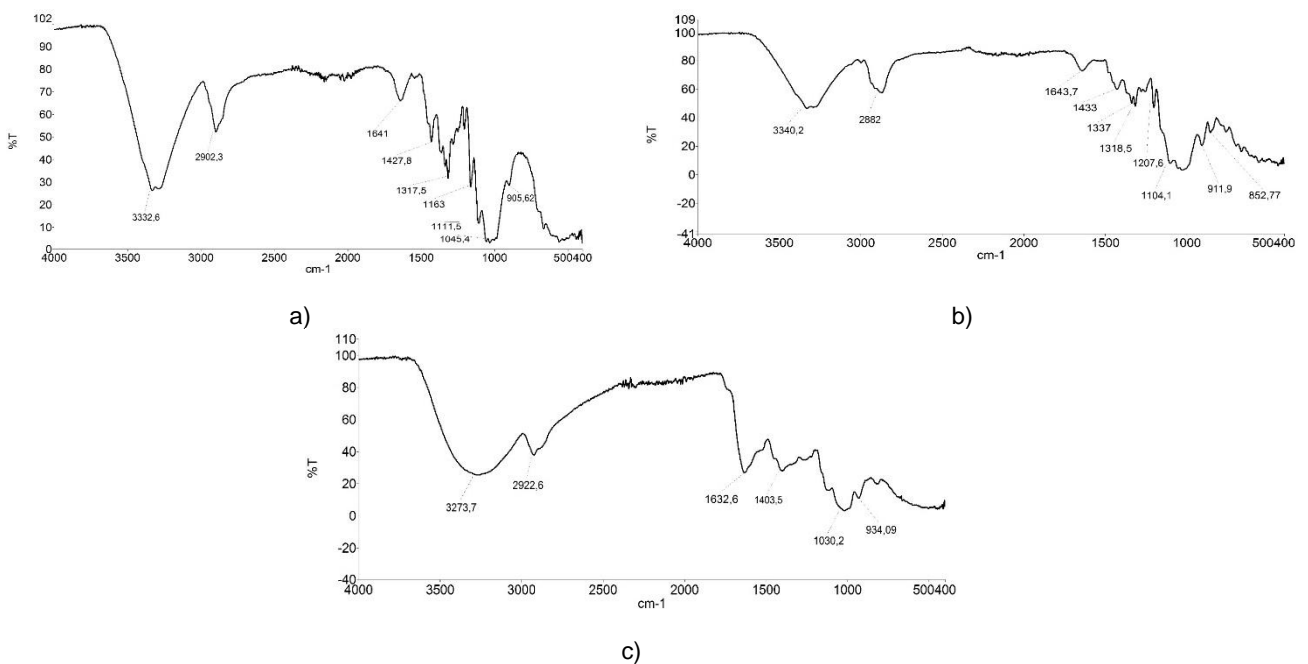
Tablica 1: Oznake uzoraka i obrada korištenih u radu

Oznaka	Uzorak	Obrada	Homogenizacija	Bioaktivna tvar
0	Pamuk	početni (neobrađeni)	/	/
1		GLYMO; HCl; 1:1,5;	UZV (90 min, 80 kHz)	2 g, češnjaka
2				4 g, češnjaka
3				6 g, češnjaka
4		GLYMO; HCl; 1:1,5;	magnetska miješalica + posuda za termostatiranje + termostat (20 °C, 1h)	2 g, češnjaka
5				4 g, češnjaka
6				6 g, češnjaka

Gdje je: UZV - ultrazvučna homogenizacija; GLYMO - glicidiloksiipropiltrimetoksisilan; HCl - klorovodična kiselina; 1:1,5 stehiometrijski odnos prekursora (GLYMO) i otopine katalizatora (HCl); 20 °C temperatura reakcijske smjese; 1h vrijeme obrade.

### 7.1 Rezultati određivanja IR-spektra (FTIR-ATR)

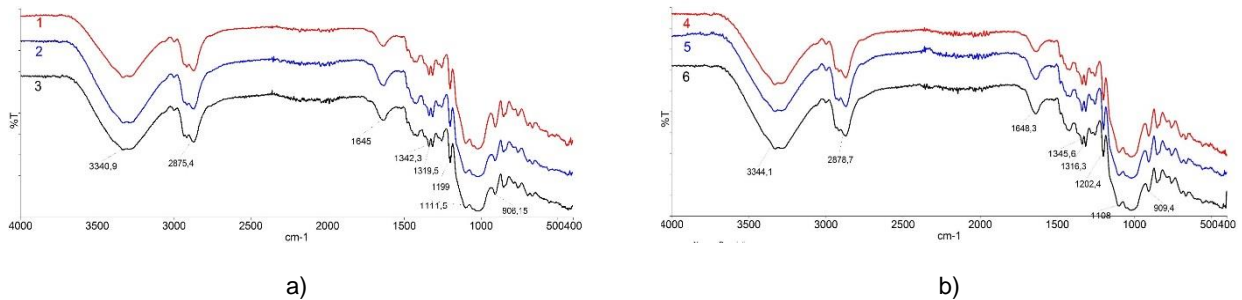
Radi usporedivosti FTIR spektara, svi su normalizirani od 4000 do 400 cm<sup>-1</sup>, rezolucijom od 4 cm<sup>-1</sup>, akumuliranjem 128 skenova, pri najvećoj vrijednosti ordinate uz naznaku velikog broja pikova od slike 2 do slike 3.



Slika 2: FTIR spektar a) sirove pamučne tkanine, b) pamučne tkanine i GLYMO, c) češnjaka

Iz slike 2 b), gdje je prikazan spektar sirove pamučne tkanine i GLYMO-a uočavaju se vrlo slične funkcionalne skupine kao za sirovi pamuk (sl. 2a), ali ne toliko oštre i izražajne. Navedeno može biti posljedica korištenja sirove pamučne tkanine gdje mogu biti pikovi od škroba, pektina i voskova koji prekrivaju celulozu te uz dodatak GLYMO-a neki pikovi postanu intenzivniji.

U trenutku pretraživanja nađeni literaturni podaci o funkcionalnim skupinama češnjaka u granulama podudaraju se snimljenim spektrom granula češnjaka koji se koristio u ovom radu [8, 9].



**Slika 3:** FTIR spektar a) uzorak 1, 2 i 3 (ultrazvučna homogenizacija sola), b) uzorak 4, 5 i 6

Iz slike FTIR spektra (slika 3) za uzorak 1 (2 g češnjaka), uzorak 2 (4 g češnjaka) i uzorak 3 (6 g češnjaka) gdje je provedena ultrazvučna homogenizacija uočava se velika podudarnost pikova iz koje je razvidno da masa ne utječe na pomak pika ili njegov intenzitet. Spektri su normalizirani i prikazani na način gdje su uočljive spektralne vrpce pamuka i GLYMO-a, a vrpce češnjaka nisu izražene. Prisutno je preklapanje u području  $2875,4\text{ cm}^{-1}$  i  $2878,7\text{ cm}^{-1}$  za što se pretpostavlja da je došlo do konverzije metoksidnih skupina GLYMO-a (smanjenje vrpce  $2943\text{ cm}^{-1}$  i  $2842\text{ cm}^{-1}$ ), a što se kroz diplomske radove s prirodnim aktivnim tvarima ponavlja [10-13].

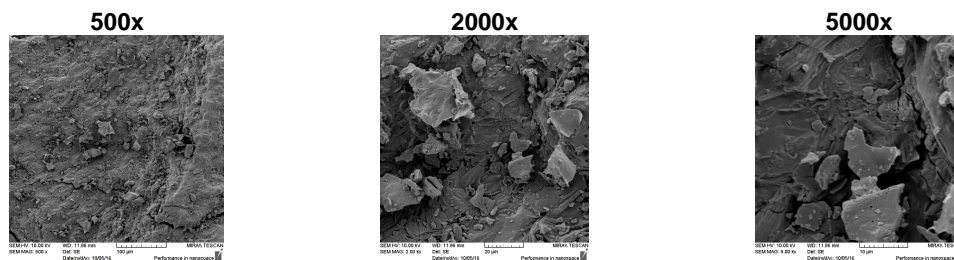
Analizom FTIR spektra na slici 3 gdje je temeljna razlika u homogenizaciji sola, ultrazvučna (slika 3 a), miješanje na magnetskoj miješalici (slika 3 b), vidljivo je da nema signifikantnih razlika u prisutnim vrpce. Ono što je razvidno iz FTIR spektra na slici 3 (a, b) je da je došlo do proširenja, tj. širenja vrpce, a što prema literaturnim podacima upućuje na konverziju metoksidnih skupina GLYMO-a [1].

Navedeno područje se učestalo, na isti način ponavlja kod svih modifikacija pamučne tkanine sol-gel postupkom i nekom od prirodnih aktivnih tvari ili nanoprahom [10-13].

Kod FTIR spektara od uzorka 1 do uzorka 6, područje nastajanja silikatnih mreža preklopljeno je s karakterističnim skupinama za pamuk i zapravo je vrlo teško sa sigurnošću zaključiti koje skupine nastaju, a koje ne. Kako bi se dobio dodatani uvid u modifikaciju, provedena je SEM analiza.

## 7.2 Rezultati morfoloških karakteristika (SEM)

Snimke površina prevlaka neobrađenih uzoraka i uzoraka s dodatkom češnjaka na pamučnoj tkanini prikazane su na slici 4. Snimke granula češnjaka pri različitim povećanjima ukazuju na različite veličine granula češnjaka, ali i oblike. Oblici su od kvadrata, pravokutnika, trapeza i dr. geometrijskih oblika, a prisutan je i prah od njihovog „ljuštenja“. Po svojoj površini kod većih granula prisutne su šupljine.



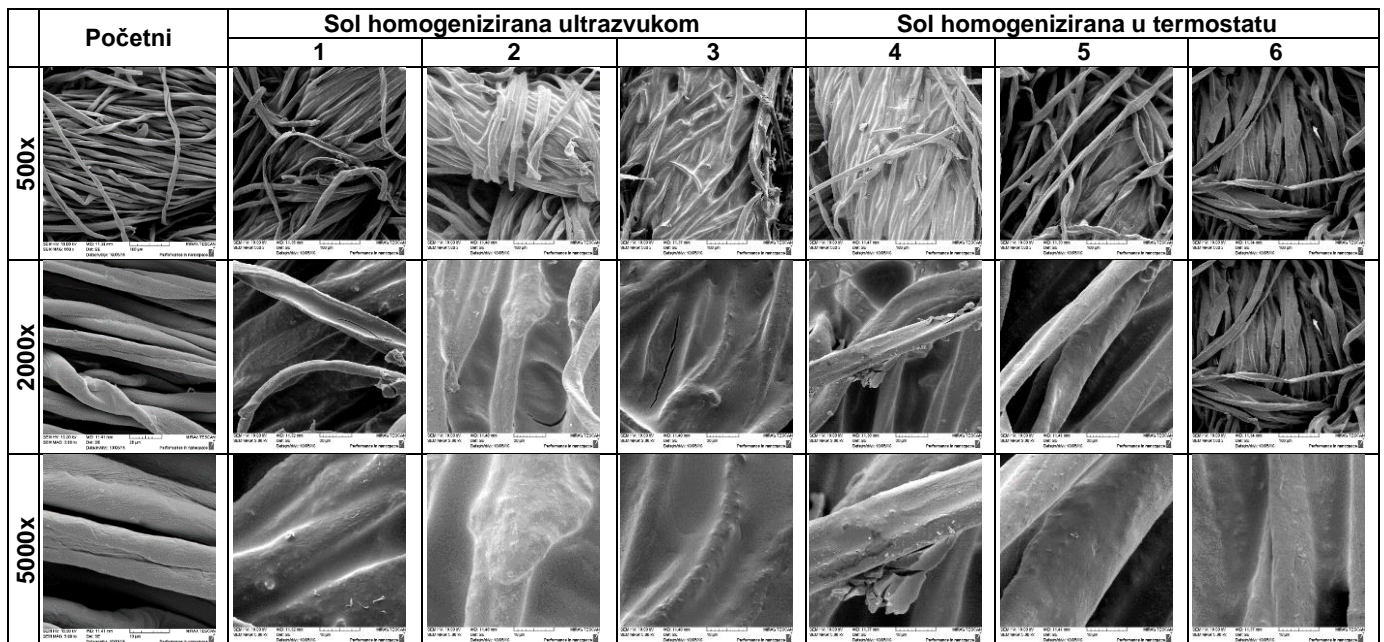
**Slika 4:** SEM snimke granula češnjaka

Iz slike 4 kod početnog uzorka vidljivi su za pamuk karakteristični uvoji. Analizom SEM snimki modificirane pamučne tkanine sola homogeniziranog ultrazvukom uočava se prevlaka, koja pri većem povećanju međusobno povezuje vlakna, a na nekim mjestima je napukla (pretpostavka prilikom rezanja uzorka i pripreme za SEM analizu). Prevlaka je jednolika, s mjestimičnim česticama češnjaka različite veličine u vidu manjih ili većih aglomerata.

Analizom SEM snimki modificirane pamučne tkanine sola homogeniziranog u termostatu uočava se prevlaka, na svakom vlaknu zasebno (za razliku od ultrazvučno homogenizirane). Prevlaka je jednolika, s mjestimičnim česticama češnjaka različite veličine i oblika u vidu manjih aglomerata na samoj prevlaci, dok su dodatno same granule jednolično raspoređene po cijeloj dužini vlakana.

Iz tablice 2 može se zaključiti da je obrada gdje je sol homogenizirana u termostatu vizualno znatno jednoličnija.

**Tablica 2:** Površine prevlaka pamučnih uzoraka neobrađenog i uzoraka



### 7.3 Rezultati određivanja vremena upijanja kapi

U tablici 3 su prikazani rezultati testa kapi, tj. vremena upijanja kapi početnog uzorka i uzoraka modificiranih sol-gel postupkom uz dodatak bioaktivne tvari – češnjaka. Vrijeme upijanja kapi umjesto deioniziranom vodom određivano je otopinom metilenskog modrila. Metilensko modrilo je uzeto s ciljem boljeg uočavanja oblika kapi na ispitivanom uzorku.

**Tablica 3:** Rezultati ispitivanja testom kapi

Uzorak	Obrada		t[s]	Uzorak	Obrada		t[s]
0	početni		> 60	4	2 g	Sol homogenizirana u termostatu	> 60
1	2 g	Sol homogenizirana ultrazvukom	> 60	5	4 g		> 60
2	4 g		> 60	6	6 g		> 60
3	6 g		> 60				

U ovom radu sirova pamučna tkanina ciljano nije bila „očišćena“ kako bi se stekao uvid u ponašanje uzorka sa i bez sol-gel prevlake. Prvenstveno se promatrao oblik kapi i da li kap zadržava svoj pravilan oblik na isti način kao kod svih uzoraka

Činjenica je da sirova pamučna tkanina ima hidrofoban karakter obzirom na škrobni nanos, kao i sam proveden sol-gel postupak. Ovim testom provjeravao se i potvrđen je hidrofobni karakter budući da je cilj otpuštanje aktivni češnjak iz prevlake u okolinu.

## 8. Zaključak

Ovim radom homogenizacija je provedena na dva načina pri čemu se homogenizacija na klasičan način – u termostatu pokazala učinkovitijom u vidu smanjenja malih čestica u tekućini tako da su one postale jednoliko raspoređene. Navedeno potvrđuju SEM snimke na kojima se uočava prevlaka i to na svakom vlaknu zasebno (za razliku od ultrazvučno homogenizirane).

Prevlaka je jednolika, s mjestimičnim česticama češnjaka različite veličine i oblika u vidu jako malih aglomerata na samoj prevlaci, dok su dodatno same granule jednolično raspoređene po cijeloj dužini vlakana. Dodatno mikroanaliza kemijskih elemenata na površini (SEM EDS) iz koje bi se moglo dodatno utvrditi prisustvo Si, a na temelju čega bi se moglo više zaključiti o modifikaciji nije trenutno provedena.

Homogenizacija sola kod sol-gel postupka i fitoterapeutika vrlo je važan dio znanstvenih istraživanja, tj. prilikom pripreme hibridnih materijala kako zbog izuzetno zanimljivih svojstava koja se mogu postići tako i zbog mogućnosti koje pruža sam postupak gdje su struktura i svojstva konačnog materijala određena u reakcijskim uvjetima.

U radu su se nastojala spojiti svojstva češnjaka (fitoterapeutika) i sol-gel procesa s ciljem dobivanja specifičnog tekstilnog materijala koji svoju potencijalnu primjenu nalazi u području medicinskog tekstila.

### Literatura

- [1] Macan, J.: Priprava hibridnih materijala za prevlake sol-gel procesom, Zagreb, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, disertacija, 2006.
- [2] Somogyi Škoc, M.; Macan, J.; Petrak, V.: Preparation and characterization of silica-curcuma hybrid materials, *16<sup>th</sup> World Textile Conference Autex 2016 - Proceedings* / Simončić, B.; Tomšič B.; Gorjanc, M. (ur.), pp. 6-60-1 - 6-60-8, ISBN 978-961-6900-17-1, Ljubljana, June 2016, University of Ljubljana, Faculty of Sciences and Engineering, Department of Textiles, Graphic Arts and Design, Ljubljana (2016)
- [3] Dohranović, S.; Bosnić, T.; Osmanović, S.: Značaj i uloga alternativne medicine u liječenju; Hrana u zdravlju i bolesti, znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku (2012) 1 (2) 39-47; *Dostupno na:* <https://hrcak.srce.hr/file/130132>, pristupljeno lipanj 2017.
- [4] Block E.: *Garlic and Other Alliums: The Lore and the Science*, Royal Society of Chemistry, ISBN 0-85404-190-7, Cambridge, UK, (2010)
- [5] Wikipedia: Garlic *Dostupno na:* [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alliin\\_Structural\\_Formula\\_V.1.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alliin_Structural_Formula_V.1.svg), pristupljeno lipanj 2017.
- [6] Šučur, M.: Češnjak, *Vjesnik*, 1979., *Dostupno na:* [http://vitamelmelem.com/html/o\\_eesnjaku.html](http://vitamelmelem.com/html/o_eesnjaku.html), pristupljeno lipanj 2017
- [7] Agroportal: Ljekovita svojstva češnjaka, *Dostupno na:* <http://www.agroportal.hr/ljekovite-biljke/27899>, pristupljeno lipanj 2017
- [8] Sutikno; Noverdi, A.; Supriadi; Putra, N. M. D.: *Synthesis and characterization of Allium cepa L. as photosensitizer of dye-sensitized , solar cell*, *Dostupno na:* <http://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.4945494>, pristupljeno srpanj, 2017.
- [9] Lu, X.; Wang, J.; Al-Qadiri, Hamazah M.; Ross, C.F.; Powers, J.R.; Tang, J.; Rasco, B.A.: Determination of total phenolic content and antioxidant capacity of onion (*Allium cepa*) and shallot (*Allium oschaninii*) using infrared spectroscopy, *Food Chemistry* 129 (2011) 637–644, ISSN 0308-8146, doi:10.1016/j.foodchem.2011.04.105
- [10] Jurešić, S.: Utjecaj ultrazvuka na pripremu ZnO hibridnih medicinskih tekstilija, diplomski rad, diplomski studij, Zagreb, Tekstilno-tehnološki fakultet, 12.12.2016., Voditelj: Somogyi Škoc, M.
- [11] Ivanšić, M.: Priprema organsko-anorganskih hibrida s ZnO sol-gel postupkom za medicinski tekstil, diplomski rad, diplomski studij, Zagreb, Tekstilno-tehnološki fakultet, 19.7.2016., Voditelj: Somogyi Škoc, M.
- [12] Čvorig, T.: Priprema organsko-anorganskih hibrida s AgNO<sub>3</sub> sol-gel postupkom za medicinski tekstil, diplomski rad, diplomski studij, Zagreb, Tekstilno-tehnološki fakultet, 30.09.2016., Voditelj: Somogyi Škoc, M.
- [13] Petrak, V.: Priprema bioaktivnog medicinskog tekstila s prirodnim aktivnim tvarima sol-gel postupkom, diplomski rad, diplomski studij, Zagreb, Tekstilno-tehnološki fakultet, 3.02.2016., Voditelj: Somogyi Škoc, M.



## Zahvala

*Posebnu zahvalu upućujemo Evi Magovac, dipl. inž. na nesebičnoj pomoći tijekom izrade diplomskog rada – FTIR-ATR mjerenjima i SEM snimaka uzoraka.*

### Autor(i):

Titula Ime PREZIME: Mateja VITEZ, mag. ing. techn. text.

Naziv institucije: Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a

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

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

E-mail: [mateja.vitez@hotmail.com](mailto:mateja.vitez@hotmail.com)

Titula Ime PREZIME: Doc. dr. sc. Maja SOMOGYI ŠKOC

Naziv institucije: Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a

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

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

E-mail: [maja.somogyi@ttf.hr](mailto:maja.somogyi@ttf.hr)

## RAČUNALNO PROJEKTIRANJE I INOVATIVNI RAZVOJ AUTORSKE KOLEKCIJE DJEČJIH OGRTAČA

### COMPUTER DESIGN AND INOVATIVE DEVELOPMENT OF AUTHOR CHILDRENS COATS COLLECTION

Andreja BAŠAK; Slavenka PETRAK & Maja MAHNIĆ NAGLIĆ

**Sažetak:** Projektiranje dječje odjeće predstavljaju kompleksan razvojni proces tijekom kojeg dizajner mora uzeti u obzir veći broj faktora, prvenstveno dob i fizičku razvijenost djeteta, a zatim i njegov psihički, motorički, emocionalni te socijalni razvoj. Funkcionalnost i kolorit temelj su tijekom kreiranja odjevnih predmeta koji ne smiju ograničiti slobodu kretanja, već pomoći u razvijanju djetetove kreativnosti. U radu je prikazan kompleksan proces razvoja autorske kolekcije ogrtača za djevojčice, od kreativne igre do 3D simulacije i analize računalnih prototipova, s aspekta primjenjivosti različitih vrsta tkanina. Primjenom 2D/3D CAD sustava konstrukcijske pripreme modelirana su tri kroja ogrtača, na kojima je izvođenjem 3D simulacija ispitana pristalost sa aspekta konstrukcije i komocije kroja. Za simulaciju svakog modela primijenjeni su parametri fizikalnih i mehaničkih svojstava tri različite tkanine, prethodno utvrđeni pomoću mjernog sustava za objektivno vrednovanje tekstila. Pri tome je analizirana primjerenost pojedine tkanine za postizanje ciljane forme i izgleda modela odjevnih predmeta. Na završne računalne prototipove aplicirani su dizajnirani uzorci tekstila. Razrađene su varijacije uzoraka za svrhom istraživanja aspekta dizajna, kao izrazito važne komponente u kreiranju dječje odjeće, pri čemu je razvijena cjelovita računalna kolekcija modela ogrtača za djevojčice.

**Abstract:** Design of children's clothing is a complex development process during which the designer has to consider a greater number of factors, primarily the age and physical development of the child, and then his psychological, motor, emotional and social development. Functionality and colours are the basis for creating children's garments that can not limit the freedom of movement, but have to help in development of child's creativity. This paper presents a complex process of garment girl's collection development, from creative process to 3D simulation and computer prototype analysis from the aspect of applicability of different fabrics. Three coat patterns were developed using the 2D/3D CAD system of construction preparation. 3D simulations were performed with purpose of prototypes fit testing from the aspect of construction and ease allowance. The parameters of physical and mechanical properties of three different fabrics, previously determined by a measuring system for the objective evaluation of textiles, were applied for simulations of each model. The suitability of individual fabrics to achieve the target shape and appearance of the garment model was analyzed. Created textile designs were applied on the final computer prototypes. Variations of samples were developed for the purpose of exploring the aspect of design, as an extremely important component in the design of children's clothing. During the process, a complete computer collection of girl's coats was developed.

**Ključne riječi:** dječja odjeća, kreiranje tekstila, 2D/3D CAD sustav, projektiranje odjeće, fizikalna i mehanička svojstva tekstila

**Keywords:** children's clothing, textile design, 2D/3D CAD system, clothing design, textile physical and mechanical properties

#### 1. Uvod

Povijest dječje odjeće relativno je nova u odnosu na cjelokupnu povijest odijevanja. Kroz povijest, dječja odjeća je bila „umanjena verzija“ odjevnih predmeta za odrasle sve do kraja Prvog svjetskog rata kada se djeca počinju oblačiti neformalno i sportski, a taj stil prisutan je i danas [1-3]. Dječje kolekcije specifične su iz razloga što djeca neprestano rastu i često im je potrebna nova odjeća, a omogućiti udoban, siguran i kvalitetan dječji odjevni predmet po pristupačnoj cijeni velik je izazov za dizajnera. Dizajner tijekom projektiranja dječje odjeće mora biti upoznat s dobi, zakonitostima rasta, fizičkim, psihičkim i motoričkim razvojem djeteta i posebnu pozornost posvetiti odabiru materijala, boja i uzoraka. Djeci odjeća mora omogućiti nesputano kretanje i uživanje u igri, te veselim bojama i uzorcima potaknuti razvoj kreativnosti. Likovno projektiranje dječje odjeće je stvaranje kolekcije prema pravilima modnih trendova, s ciljem zadovoljavanja potrošača, a temelji se na projektu dječjeg modnog lika. Rezultat likovnog projektiranja je nacrt odjevnog predmeta koji mora biti estetski privlačan kako bi privukao pozornost, a istodobno konstrukcijski i tehnološki čitak jer je temelj za daljnji proces konstrukcijske pripreme i proizvodnje odjevnog predmeta [4].

Za konstrukciju dječje gornje odjeće potrebno je dobro poznavati proces razvoja i rasta dječje populacije s obzirom na drugačija odstupanja mjera između veličina ovisno o dječjoj dobi, među kojima je najizraženija promjena proporcija između duljina glave i cijelog tijela [5,6]. Mnogi sustavi veličina za djecu razvijani su prema sustavima za odrasle, jer su studije za sustave veličina odjeće za djecu rijetke zbog kompleksnosti njihove provedbe.

U današnje vrijeme, CAD tehnologija uspješno objedinjuje dizajn odjeće, izradu krojeva i razvoj proizvoda u kontinuirani proces, pa se stoga koristi u svim fazama razvoja odjevnog predmeta. Sustavi za računalno projektiranje odjeće omogućuju konstrukciju, modeliranje, gradiranje, 3D simulaciju i vizualizaciju modela s aplikacijom boja i tekstura. Proces projektiranja odjevnog predmeta u CAD sustavu ovisi o vještinama i iskustvu dizajnera odnosno konstruktora, ali i o složenosti odjevnog predmeta koji se dizajnira i konstruira.

Primjenom parametara fizikalnih i mehaničkih svojstava objektivno vrednovanih tkanina [7], omogućuje se analiza konstrukcije krojeva s aspekta dizajna i postizanja ciljane forme modela te pristalosti odjevnog predmeta na tijelu određenih dimenzija. Cilj izvođenja simulacija je predviđanje izgleda realnih modela odjevnih predmeta pri čemu se izmjenom parametara fizikalnih i mehaničkih svojstava različitih tkanina analizira primjenjivost pojedine tkanine za izradu prototipova [8-10].

## 2. Eksperimentalni dio

Eksperimentalni dio rada izrađen je primjenom računalnog 2D/3D CAD sustava Optitex. Nakon konstrukcije temeljnog kroja dječjeg ogrtača, razrađena su i modelirana 3 modela te su izvedene 3D simulacije sa svrhom vizualizacije modela u izvedbi različitih vrsta tkanina. U tu svrhu korišteno je pet različitih vrsta tkanina, čiji su parametri fizikalnih i mehaničkih svojstava utvrđeni primjenom FAST mjernog sustava [7]. Analizom rezultata 3D simulacija i računalnih prototipova s primjenom različitih parametara tkanina, ocijenjena je primjenjivost pojedine tkanine za realizaciju modela odjevnog predmeta. Aplikacijom boja i originalnih autorskih motiva uzorka na računalne prototipove, razrađena je cjelovita kolekcija modela dječjih ogrtača.

### 2.1 Likovno projektiranje dječje odjeće

Likovno projektiranje odjeće započinje kreativnom igrom kroz koju dizajner stvara nove oblike i nove estetske vrijednosti, a iz skica se razvija temeljna ideja koja kasnije postaje uzorak za proizvodnju. Kolekcije dječje odjeće projektiraju se za ciljanu dječju dob, a odjeća prije svega treba biti funkcionalna i praktična. Važni aspekti pri izradi likovnih projekata su oblik i proporcije dječjeg tijela. Dizajnirani dječji ogrtači prilagođeni su formom i uzorcima dječjoj populaciji tako što A kroj modela ogrtača omogućuje nesputanost djeteta u pokretu, a vedre boje i uzorci odražavaju razigrani dječji duh. Svi modeli imaju istu A formu kroja što čini poveznicu u kolekciji, a međusobno se razlikuju po dodatnim elementima na kroju.



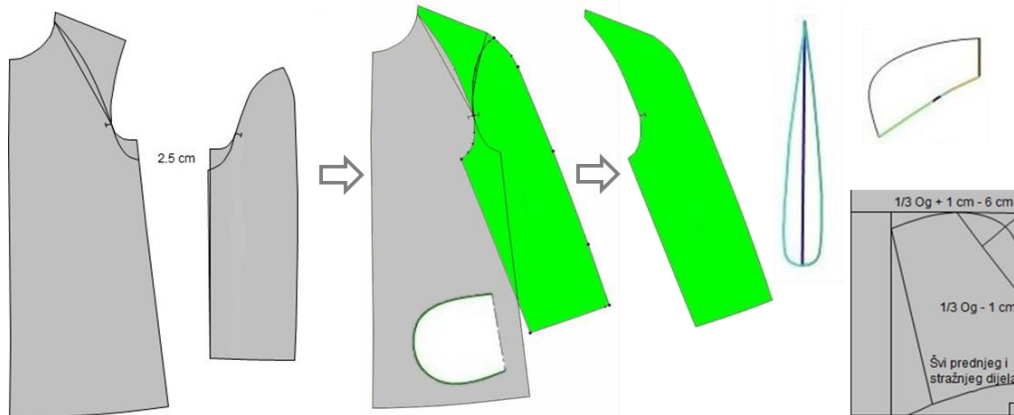
**Slika 1:** Likovno projektiranje modela ogrtača za djevojčice

Model 1 sadrži ovratnik i džepove, model 2 sadrži proširenje i umetak u obliku suze na rukavu, a model 3 sadrži umetak i u bočnom šavu te mu je dodana kapuljača, sl 1. Za svaki od modeliranih ogrtača dizajniran je poseban motiv i uzorak tkanine, pripremljen u formatu slike koji je prikladan za kasniju aplikaciju na računalne prototipove.



## 2.2 Konstrukcija i modeliranje kroja dječjeg ženskog ogrtača

Kao baza za modeliranje dizajniranih modela ogrtača za djevojčice korišten je konstruirani temeljni kraj dječjeg ogrtača odjevne veličine 104 [11]. Na temeljnom kroju je modeliran raglan rukav te su konstruirani dodatni elementi kao što su ovratnik, džepovi, umetak u obliku suze i kapuljača, sl. 2.



**Slika 2:** Modeliranje kroja ogrtača za djevojčice s raglan rukavom i konstrukcija dodatnih elemenata krojeva

## 2.3 3D simulacije modela ogrtača za djevojčice

Za sva tri modela dječjeg ogrtača definirani su parametri krojnih dijelova potrebni za izvođenje 3D simulacija. Prvotno je parametarski model tijela djevojčice prilagođen dimenzijama za dječju odjevnu veličinu 104, sl. 3. Na krojnim dijelovima definirana je inicijalna cilindrična deformacija površine različitog postotka, što ovisi o udjelu i poziciji krojnog dijela na modelu. Također su definirani različiti slojevi krojnih dijelova u odnosu na tijelo i segmenti spajanja krojnih dijelova, nakon čega je izvedeno 3D pozicioniranje sa svrhom postizanja što realističnijeg rezultata simulacije, sl. 3. 3D simulacija ponavljana je višekратно za sva tri modela, s ciljem dobivanja realističnih prototipova na kojima je dalje analizirana konstrukcija kroja s aspekta dizajna te komocija i pristalost dimenzija kroja na tijelu zadane odjevne veličine.



**Slika 3:** Parametarski model tijela djevojčice odjevne veličine 104 i 3D pozicioniranje krojnih dijelova spram tijela

### 2.3.1 Utvrđivanje i definiranje parametara fizikalnih i mehaničkih svojstava tkanina

Definiranje parametara mehaničkih svojstava vrlo je važno za vjerodostojan izgled simuliranog odjevnog predmeta, kao i za formu i izgled realno izrađenih odjevnih predmeta. CAD sustav za 3D projektiranje odjeće pri simulaciji omogućuje unos vrijednosti pojedinačnih parametara realno izmjerenih tkanina. Kako bi se ispitala primjerenost tkanina koje se uobičajeno koriste za ovakvu vrstu odjeće, za postizanje forme i željenog izgleda dizajniranih modela ogrtača, u radu su korišteni podaci o fizikalnim i mehaničkim svojstvima za tri tkanine izmjerene primjenom FAST mjernog sustava za objektivno vrednovanje tekstila. Karakterizacija odabranih tkanina prikazana je u tablici 1, a utvrđeni parametri potrebni za 3D simulaciju prikazani su u tablici 2.

**Tablica 1:** Karakterizacija tkanina (T1, T2 i T3) odabranih za ispitivanje i simulaciju modela dječjih ogrtača

Uz.	Sirovinski sastav	Broj niti po jedinici duljine		Vez	
		Osnova	Potka		
T1	72 % poliestersko vlakno, 24 % viskoza, 4% elastansko vlakno	37,8	25,5	Platno 1/1	
T2	65 % poliestersko vlakno, 31 % pamuk, 4% elastansko vlakno	31,4	20,5	Platno 1/1	
T3	65 % poliestersko vlakno, 35 % viskoza	42,7	31,1	Platno 1/1	

**Tablica 2:** Parametri fizikalnih i mehaničkih svojstava izmjereni FAST mjernim sustavom

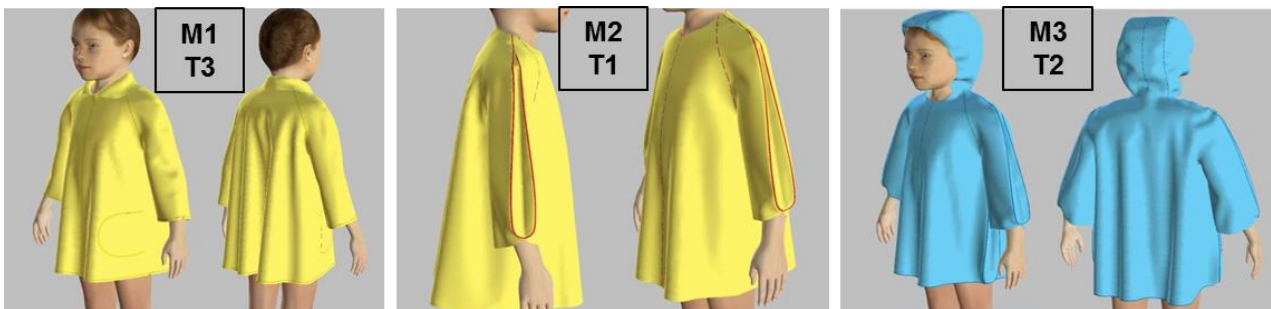
Uz.	Savojna krutost		Istezanje		Smična krutost	Debljina	Plošna masa
	B-1 [ $\mu$ Nm]	B-2 [ $\mu$ Nm]	E100-1 [%]	E100-2 [%]			
T1	6,1	6,8	7,7	8,0	24	0,199	197,90
T2	10,9	5,9	3,5	11,1	41	0,119	277,98
T3	94,3	23,4	1,5	2,8	67	0,960	366,80

### 2.3.2 Analiza krojeva modela u ovisnosti o svojstvima tkanine

Za svaki od tri modelirana dječja ogrtača izvedene su simulacije modela s primjenom svojstava tri različite tkanine, kako bi se analizirala primjenjivost tkanina različitih fizikalnih i mehaničkih svojstava za postizanje ciljane forme kroja ogrtača. Pri tome je posebna pažnja posvećena postizanju forme na dijelovima modela gdje se nalazi nabor s umetkom u obliku suze.

## 3. Rezultati i rasprava

Rezultati simulacije modela dječjih ogrtača pokazali su da je za izradu kolekcije primjereniji odabir tkanina manje površinske mase i debljine, s manjom savojnom krutošću i većim istezanjem, čemu odgovaraju odabrane tkanine s udjelom elastanskih vlakana u sirovinskom sastavu. Tkanina 3 (T3) koja je znatno deblja od ostale dvije tkanine, ima izraženu savojnu krutost i nema udjela elastanskih vlakana, što se vidi i iz izmjerenih vrijednosti istezanja, pokazala je dobre rezultate primjene samo na Modelu 1 (M1) koji je jednostavniji i nema nabora i umetaka. Kod Modela 2 (M2) i Modela 3 (M3) ciljane forme kroja i lijep izgled nabora s umetkom suze postignuti su primjenom svojstava tkanina 2 (T2) i 3 (T3) koje imaju manju savojnu krutost, čime je postignut lijep izgled i mekoća nabora s umetkom te bolja elastična svojstva koja osiguravaju lijepi pad tkanine i formu na duljini kroja. Na sl. 4. prikazane su simulacije modela s primijenjenim vrijednostima parametara fizikalnih i mehaničkih svojstava tkanina koje su ocjenjene kao najprimjerenije za izradu pojedinog modela.



**Slika 4:** Parametarski model tijela djevojčice odjevne veličine 104 i 3D simulacije Modela 1, Modela 2 i Modela 3 ogrtača

### 3.1. Rezultati računalnog projektiranja kolekcije ogrtača za djevojčice

Na računalne prototipove aplicirane su različite boje i dizajnirani uzorci tkanina u različitim varijacijama (V1 do V4), s dodatnim detaljima kao što su gumbi i ukrasne trakice. Rezultati računalnog projektiranja kolekcije ogrtača za djevojčice prikazani su na sl. 5.



Slika 5: Kolekcija ogrtača za djevojčice – razrada 3D modela aplikacijom različitih varijacija uzoraka

#### 4. Zaključci

U radu je prikazano istraživanje učinkovitosti projektiranja računalnih 3D prototipova modela ogrtača za djevojčice i razvoj kolekcije primjenom 2D/3D CAD sustava. Za izradu novog odjevnog predmeta potrebno je na temelju skice napraviti likovni projekt, koji mora biti jasan i konstrukcijski čitak, a ujedno sadržavati sve detalje i elemente koji čine budući odjevni predmet. Korištenjem specifičnih alata CAD sustava za konstrukciju i modeliranje krojeva proces je značajno ubrzan, rezultati visoke kvalitete. Prilagodba dječjeg parametarskog modela tijela, omogućuje analizu simuliranih modela na tijelu zadanih dimenzija i ciljane dobi. 3D pozicioniranje krojnih dijelova oko parametarskog modela tijela pospješuje postupak simulacije i utječe na izgled računalnog prototipa. Definiranje segmenata spajanja i njihovih svojstava ključni su za uspješnu simulaciju.

3D simulacija omogućava analizu konstrukcije kroja s aspekta dizajna te utvrđivanje komocije kroja i pristalosti tijelu ciljanih dimenzija. S aspekta dizajna tekstila i odjeće, prednost primjene 2D/3D CAD sustava najviše se

očituje prilikom aplikacije uzoraka i boja. Promjenom parametara tkanine, uzoraka i dizajnerskih dodataka dobivaju se realistični računalni prototipovi odjevnog predmeta, na temelju kojih se mogu izabrati najatraktivniji i najprikladniji pri razvoju kolekcije odjeće. Time se smanjuju troškovi koji izrade stvarnih prototipova modela u različitim varijacijama tkanina.

Primjena 2D/3D CAD sustava u odjevnoj industriji značajno može ubrzati proces razvoja i ispitivanja prototipova novih modela odjevnih predmeta, čime se značajno mogu smanjiti troškovi koji proizlaze iz izrade realnih prototipova modela te skratiti vrijeme trajanja cjelokupnog procesa konstrukcijske pripreme u proizvodnji odjeće. Prikazani koncept predstavlja aktualan trend razvoja u području računalnog dizajna i razvoja prototipova modela odjeće u industrijskim uvjetima proizvodnje.

## Literatura

- [1] Bašak, A.: *Računalno projektiranje kolekcije dječjih ženskih ogrtača*, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (2016)
- [2] Simončić, K.: Dječja moda kroz povijest, *Tekstil*, **60** (2011) 10, str. 518-521, ISSN 0492-5882
- [3] Anseley Worrell E.: *Children's Costume in America, 1607-1910*, Charles Scribner's Sons, ISBN 978-068-416-645-2, New York, (1980)
- [4] Vinković, M.: Orijentacijske crte u likovnom projektiranju dječje odjeće, *Tekstil*, **52** (2003) 8, str. 357-367, ISSN 0492-5882
- [5] Hrženjak, R.: *Utjecaj tjelesnih proporcija djece i mladeži kao osnove za konstrukciju odjeće*, Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (2012)
- [6] Prebeg, T.: Rast i razvoj djece i mladeži, U *Hrvatski antropometrijski sustav – Podloga za nove hrvatske norme za veličinu odjeće i obuće*, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN 953-7105-09-1, Zagreb, (2006), str. 99-112
- [7] Geršak, J.: *Objektivno vrednovanje plošnih tekstilija i odjeće*, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, ISBN 953-710-542-3, Zagreb, (2014)
- [8] Petrak, S. & Mahnić, M.: Implementacija suvremenih računalnih sustava u procesima industrijskog dizajna i konstrukcije odjeće, *Zbornik 5. znanstveno-stručnog savjetovanja Tekstilna znanost i gospodarstvo*, Ujević, D. (ur.), str. 25-36, ISSN: 1847-2877, Zagreb, Siječanj 2012, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (2012)
- [9] Petrak S. et al.: Computer design of textile and clothing collection – assumption of contemporary remote business, *Proceedings of 11th World Textile Conference AUTEX*, Adolphe, D. (ur.), str. 1162-1168, ISBN 978-2-7466-2858-8, Mulhouse, June 2011, Ecole Nationale Supérieure d'Ingenieurs Sud-Alace, (2011)
- [10] Bond, T.: Computerised pattern making in garment production, U *Advances in Apparel Production*, Manchester Metropolitan University, ISBN 978-184-569-295-7, UK, (2008), str. 140-153
- [11] Ujević, D.; Rogale, D. & Hrastinski, M.: *Tehnike konstruiranja i modeliranja odjeće*, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zrinski d.d., ISBN 953-7105-01-6, Zagreb, (2004)

## Autori:

Titula Ime PREZIME: Izv. prof. dr. sc. Slavenka PETRAK  
Naziv institucije: Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 3712 543 Fax: +(385) (1) 3712 599

E-mail: slavenka.petrak@ttf.hr

Titula Ime PREZIME: Maja MAHNIĆ NAGLIĆ, mag.ing. techn. text.  
Naziv institucije: Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 3712 543

E-mail: maja.mahnic@ttf.hr

Titula Ime PREZIME: Andreja BAŠAK  
Naziv institucije: Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: +(385) (91) 7698 698

E-mail: andreja.basak@yahoo.com

## LEGENDARNI DŽINS – INSPIRACIJA ZA DEKORATIVNE PROIZVODE OD TEKSTILA

### LEGENDARY JEANS – INSPIRATION FOR DECORATIVE TEXTILE PRODUCTS

Tihana DEKANIĆ; Dora KOS; Ivana ILIČIĆ & Tanja PUŠIĆ

**Sažetak:** Džins - legenda koja živi je odabran kao inspiracija za izradu dekorativnog proizvoda. Ova tkanina tamno plavog tona je oplemenjena s ciljem postizanja svojstava materijala za izradu višenamjenskog originalnog podloška. Primjenom postupaka obezbojavanja i vodo/uljeodbojne obrade ostvarena je funkcionalnost proizvoda. Kreativnost u oblikovanju podloška ostvarena je kroz vlastoručno osmišljen motiv čipke koji je tehnikom sitotiska prenesen na obrađeni džins.

**Abstract:** Denim, a living legend, was chosen as an inspiration for making a decorative product. This blue fabric is finished to obtain high added value original placemat. Discoloration and water/oil finish contributed to product functionality. Creativity in the placemat realization is achieved through a self-conceived lace design, transferred by flat screen printing onto denim fabric.

**Ključne riječi:** džins, obezbojavanje, čipka, podložak, interijerni tekstil

**Keywords:** denim, discolouring, lace, placemat, interior textile

#### 1. Uvod

Džins je jedan od najtraženijih i najpopularnijih materijala za izradu odjevnih predmeta današnjice. U 19. stoljeću bio je sirova i teška tkanina od koje se izrađivala radna odjeća. Za početak i razvoj džinsa (eng. jeans - denim, traper) zaslužan je *Levi Strauss*, kojeg se smatra jednim od najuspješnijih poduzetnika u to vrijeme na području trgovine tekstilom. Iako je upisan kao tvorac džins hlača, činjenice pokazuju da je u cijeloj priči izostavljen *Jacob Davis*, poljski emigrant iz Nevade, čija je inovativnost dovela do razvoja i unapređenja džinsa [1].

Džins je nepresušan izvor i inspiracija dizajnerima odjeće i tekstilnim tehnolozima jer je kreacije i obrade moguće realizirati na različite načine [2-6]. Pregledom dostupne literature i medija može se uvidjeti da je džins u interijeru uglavnom zastupljen kroz tapiseriju, zavjese ili prekrivače. Dizajneri se, s obzirom na mogućnosti, ipak nedovoljno bave ovim podesnim i kreativnim materijalom za interijere i dekorativne proizvode [7-10].

Zapažen je mladi britanski dizajner *Ian Berry*, koji tehnikom rezanja i lijepljenja komadića tkanine od džinsa, različitih tonova, dubine obojenja, debljine, veličine i oblika oslikava unikatne predmete u interijeru. Njegove slike kroz originalan i kreativan način izrade i pristupa daju jedinstvenu ljepotu i estetiku interijeru [11].


U ovom radu džins tkanina je funkcionalizirana kroz sinergiju tehnoloških mogućnosti i kreativnosti s ciljem izrade višenamjenskog dekorativnog podloška. Kreativnost u oblikovanju podloška ostvarena je kroz vlastoručno kreirani motiv čipke koji je tehnikom sitotiska prenesen na obezbojeni džins, koji je naknadno obrađen vodo/uljeodbojnim sredstvima.

#### 2. Eksperimentalni dio

##### 2.1 Materijal

Postupci oplemenjivanja, u svrhu postizanja željenih efekata, provedeni su na odškrobljenoj pamučnoj tkanini čije su karakteristike dane u tab. 1.

**Tablica 1:** Karakteristike džins tkanine

Karakteristike	Džins	
Sirovinski sastav	97 % pamuk 3 % elasthan	
Površinska masa	397,6 g/m <sup>2</sup>	
Vez	Keper 3/1	
Gustoća niti Osnova Potka	30 cm <sup>-1</sup> 20 cm <sup>-1</sup>	

## 2.2 Sredstva i postupci obrade

### 2.2.1. Obezbojavanje

Obezbojavanje džins tkanine za izradu podloška provedeno je vodikovim peroksidom i kalijevim permanganatom uz dodatak aditiva proizvođača njemačko-švicarske tvrtke CHT Bezema u kućanskoj perilici BEKO WMD 66120. Sastav kupelji i uvjeti obrade su prikazani u tab. 2.

**Tablica 2:** Sastav kupelji, kemijski sastav i namjena sredstva, te uvjeti obrade

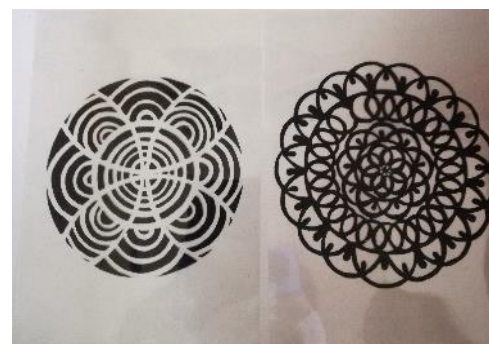
Oznaka	Kupelj za obradu	Kemijski sastav	Namjena sredstva	Uvjeti obrade	Faze obrade
1	2 g/L KMnO <sub>4</sub> 4 g/L 10 % CH <sub>3</sub> COOH Ispiranje 5 g/L Denimcol PEX	derivat hidroksilamina	Obezbojavanje Podešavanje pH  Neutralizacija MnO <sub>2</sub>	pH 5-6 OK 1:5 40 °C 60 min	ispiranje
2	11 g/L 35 % H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 2 g/L Felosan NOF 1,5 g/L Contavan ALR 1,25 g/L Heptol NWS 5 g/L NaOH	masni alkohol etoksilat fosfonat polimer karboksilne kis.	Obezbojavanje Pranje Stabilizator Sekvestrant	OK 1:5 60 °C 60 min	ispiranje

### 2.2.2. Sitotisak

Dva uzorka čipke u vlastitoj kreaciji načinjeni su izrezivanjem hamer papira, sl. 1a.



a.



b.

**Slika 1:** Vlastita kreacija čipke: a. tehnika rezanja papira; b. otisnuta na foliji

Ovaj uzorak je obrađen u računalnom programu i otisnut na proziranu foliju, sl. 1b. Šablona za sitotisak je premazana fotoemulzijom – Fotecoat 1915 WR koja je prethodno pomiješana pojačivačem (za cca 100 g fotoemulzije dodano je 0,75 g pojačivača). Nakon toga je šablona osvijetljena zajedno s otisnutom folijom kroz 2 minute, te naknadno oprana vodom.

Tiskarska pasta je dobivena miješanjem 1 % pigmenta Colormatch 300 Blau s baznom pokrivnom Printperfekt Blanc 450 pastom i transparentnom Printperfekt 226 EC pastom (1 g pigmenta u 100 g paste).

### 2.2.3. Vodo/uljeodbojna obrada

Vodo/uljeodbojna obrada džins tkanina je provedena sa sredstvima proizvođača Huntsman postupkom impregnacije, sušenja i termokondenzacije na Benz rasteznom sušioniku s foulardom prema tab. 3.

**Tablica 3:** Uvjeti vodo/uljeodbojne obrade džins tkanina

Oznaka	Kupelj za obradu	Kemijski sastav	Namjena sredstva	Uvjeti
3	60 g/L Oleophobol C 15 g/L Hydrophobol XAN E <sub>c</sub> 80 %	Fluorkarbonski polimer Ekstender	Uljeodbojnost Voodbojnost	T <sub>s</sub> =120 °C, 4 min T <sub>k</sub> =170 °C, 2 min

### 2.3. Metode

Površinska karakterizacija uzoraka nakon provedenih obrada načinjena je digitalnim mikroskopom Dino-Lite, tip Premier, uz dva povećanja: 53,1 x i 235,2 x.

Spektralne karakteristike džins uzoraka prije i nakon provedenih obrada izmjerene su na remisijskom spektrofotometru Datacolor Spectraflash SF 300, Švicarska, uz: veličinu otvora blende 20 mm i standardno osvjetljenje D65.

Za određivanje vlačnih svojstava tkanina korišten je dinamometar Tensolab, Mesdan S.P.A., gdje su izmjerene prekidne sile i prekidno istezanje prema normi HRN EN ISO 13934-1.

U radu je primijenjena HRN F.A1.019 - metoda B (3M test metoda) ispitivanja vodo/uljeodbojnosti.

## 3. Rezultati i rasprava

Na sl. 2 i 3 prikazana je površina uzoraka obrađenih kalijevim permanganatom i vodikovim preoksidom s ciljem obezbojavanja indigo bojila. Površina obrađenih uzoraka je snimljena digitalnim mikroskopom uz dva povećanja, 53,1 x i 235,2 x. Sl. 2 prikazuje površinu lica uzorka obezbojenog kalijevim permanganatom (1), dok sl. 3 prikazuje površinu lica uzorka obezbojenog vodikovim peroksidom (2).



a.

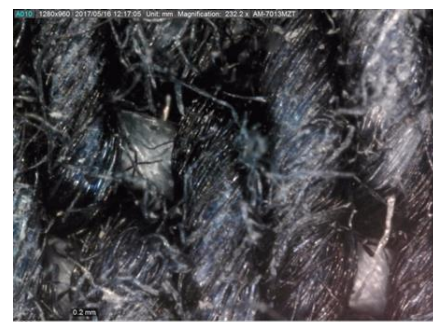


b.

**Slika 2:** Uzorak džins tkanine obezbojene s kalijevim permanganatom uz različita povećanja: a) 53,1 x; b) 235,2 x



a.

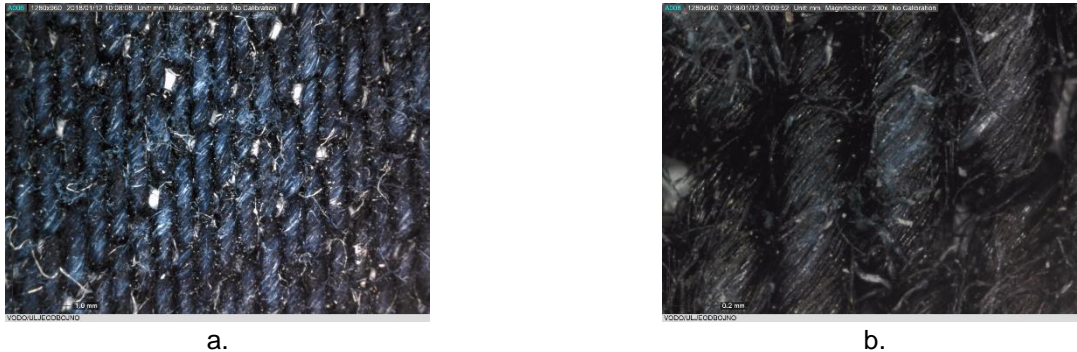


b.

**Slika 3:** Uzorak džins tkanine obezbojene s vodikovim peroksidom uz različita povećanja a) 53,1 x; b) 235,2 x

Sa slika 2 i 3 je razvidno da su postignuti različiti stupnjevi obezbojavanja džins tkanine. Kalijev permanganat je gotovo u potpunosti obezbojio indigo bojilo, dok je učinak vodikovog peroksida znatno slabiji. Međutim, u obadva postupka je došlo do pojave stršećih vlaknaca na površini, što se može pripisati djelovanju mehanike prilikom obrade u perilici.

Na slici 4 prikazana je površina vodo/uljeodbojnog uzorka 2. Snimak pri većem povećanju, sl. 4.b, pokazuje ujednačeniju površinu s manje stršećih vlaknaca. Fluorkarbonske smole u fazi termokondenzacije formirale su tanki polimerni film, što je rezultiralo funkcionalnošću (odbijanje vode i ulja), te zaglađenijom površinom.



**Slika 4:** Uzorak džins tkanine obezbojene s vodikovim peroksidom, te vodo/uljeodbojno obrađene

Sredstva za obezbojavanje su tijekom oba postupka dovela do promjene tona džins tkanine. Spektralne karakteristike boje su izražene preko promjena u svjetlini ( $dL^*$ ), tonu ( $dH^*$ ), zasićenju ( $dC^*$ ) i ukupnoj razlici u boji ( $dE$ ) obrađenog džinsa u odnosu na početni uzorak (tab. 4).

**Tablica 4:** Promjene spektralnih karakteristika obrađenih tkanina u odnosu na neobrađenu - lice tkanine

Uzorak	$dL^*$	$dC^*$	$dH^*$	$dE$
obezbojen kalijevim permanganatom	54,528	-0,718	-4,340	54,705
obezbojen vodikovim peroksidom	-0,697	7,651	-3,537	8,458

Dobivene razlike spektralnih karakteristika pokazuju velike razlike između provedenih postupaka obezbojavanja, kako je prethodno potvrđeno mikroskopom, sl. 2 i sl. 3.

Statistički obrađeni rezultati mjerenja vlačnih svojstava džinsa prije i nakon obezbojavanja prikazani su u tab. 5 i 6. Vidljivo je da prosječna prekidna sila početnog uzorka iznosi 2003,33 N. Nakon provedenih obrada obezbojavanja, prekidna sila se smanjila u obadva slučaja (uzorci 1 i 2). Dobivene razlike vlačnih svojstava džinsa obezbojenog kalijevim permanganatom i vodikovim peroksidom nisu značajno velike. Rezultati razlika spektralnih veličina su potvrdile, vizualnu ocjenu, da je postupak obezbojavanja kalijevim permanganatom visoko učinkovit, ali nije utjecao na oštećenje pamučne celuloze. Standardna pogreška aritmetičke sredine početnog uzorka iznosi 54,86 N, za uzorak 1 iznosi 12,50 N, dok za obradu 2 iznosi 18,04 N. Varijanca za početni uzorak je najveća te iznosi 3009,33 N<sup>2</sup>. Koeficijent varijacije kao mjera raspršenosti uzoraka najmanji je kod obezbojavanja s kalijevim permanganatom, dok je najviši kod početnog uzorka.

**Tablica 5:** Statistička analiza prekidnih sila ( $F_p$ ) neobrađenog i obrađenih uzoraka uz interval pouzdanosti 95 %

Uzorak	Neobrađeni	1	2
$F_p$ [N]	2034	1630	1516
	2036	1607	1496
	1940	1627	1480
Aritmetička sredina (N)	2003,33	1621,33	1497,33
Standardna devijacija (N)	54,86	12,50	18,04
Varijanca (N <sup>2</sup> )	3009,33	156,33	325,33
CV (%)	2,74	0,77	1,20



Rezultati analize prekidnog istezanja ukazuju da je došlo do blagog povećanja elastičnosti tkanine obrađene kalijevim permanganatom i vodikovim peroksidom, tab. 6.

**Tablica 6:** Statistička analiza prekidnog istezanja ( $\epsilon$ ) početnog uzorka i nakon obrada uz interval pouzdanosti 95 %

Uzorak	Neobrađeni	1	2
$\epsilon$ [%]	23,3	24,3	26,1
	22,2	25,7	26,6
	22,8	25,5	23,7
Aritmetička sredina (%)	22,77	25,17	25,47
Standardna devijacija (%)	0,55	0,76	1,55
Varijanca (% <sup>2</sup> )	0,30	0,57	2,40
CV (%)	2,42	3,01	6,09

Nakon provedenih postupaka obezbojavanja i analize postignutih efekata, pristupilo se daljnjoj kreativnoj razradi, koja je bila neophodna za realizaciju podloška. Na obezbojene džins tkanine su tehnikom sitotiska otisnuti uzorci čipke (sl. 5).



a.



b.

**Slika 5:** Realiziran uzorak: a. sitotisak na džinsu obezbojenom kalijevim permanganatom; b. sitotisak na džinsu obezbojenom vodikovim peroksidom

Tkanine su nakon tiskanja obrađene vodo/uljeodbojnom apreturom, a postignuti efekti na licu i naličju su prikazani u tab. 7.

**Tablica 7:** Prodor kapi parafinskog ulja/n-heptana na licu i naličju tkanine

Odnos volumnih dijelova parafinskog ulja i n-heptana u mješavini		Označavanje kvalitete	Lice	Naličje
Parafinsko ulje	n-heptan			
20	80	vrhunska ocjena kvalitete: 130		

Izgled površine materijala u tab. 7 pokazuju da je kapljica načinjena od mješavine n-heptana i parafinskog ulja (8:2) sfernog oblika i ne kvasi džins tkaninu. Ovim je potvrđena vrhunska razina kvalitete vodo/uljeodbojnosti,

što potvrđuje da je ostvarena ciljana funkcionalnost podloška. Dobiveni rezultati ukazuju da su oba podloška ostvarena sinergijom tehnologije i kreativnosti originalna. Njihova ljepota i atraktivnost je nadopunjena funkcionalnošću, što je u potpunosti usklađeno s načelima eko dizajna.

#### 4. Zaključak

Funkcionalni i atraktivni podlošci od džinsa načinjeni u okviru ovog rada nastali su kao simbioza kreativnog i tehnološkog pristupa u inženjerstvu tekstilnih materijala. Ovim radom je potvrđeno da džins može kroz originalnu ideju i realizaciju postati dekorativni proizvod visoke dodane vrijednosti, koja ga zasigurno može svrstati među konkurentne proizvode i dobro pozicionirati na tržištu.

#### Literatura

- [1] Paul, R.: *Denim – Manufacture, Finishing and Applications*, Woodhead Publishing Series in Textiles: Number 164, ISBN 978-0-85709-849-8, Cambridge, UK (2015)
- [2] Dekanić, T.; Soljačić, I. & Pušić, T.: Oplemenjivanje džins odjeće – novosti. *Tekstil*, **57** (2008) 5, 226-242, ISSN 0492-5882
- [3] Ehert, S.; Feinweber, M. & Rösch, H., *Garment-Jeans-Special Effects*, Ingram Publishing, CHT R. BEITLICH GMBH
- [4] Bunić Ž.: Utjecaj postupaka oplemenjivanja na promjene fizikalno-mehaničkih svojstava džins odjevnih predmeta, *Tekstil*, **41** (1992) 3, 142-150, ISSN 0492-5882
- [5] Arjun, D; Hiranmayee, J. & Farheen, M. N.: Technology of industrial denim washing: review, *International Journal of Industrial Engineering & Technology*, **3** (2013) 4, 25-34
- [6] Dekanić, T.; Pušić, T. & Soljačić, I.: Influence of special finishes on denim properties, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, **40** (2015) 2, 170-174, ISSN 0971-0426
- [7] Beaumont, S.: Trend Report: Denim Comes to Home Design; <https://www.laurelandwolf.com/blog/trend-report-denim-comes-to-home-design/>, *Pristupljeno*: 2017-05-26
- [8] Newsletter: Real Style Network, Fashion, Beauty & Lifestyle: Denim Décor Is A Surprising New Interior Design Trend: <http://www.realstylenetwork.com/lifestyle/2016/06/denim-decor-is-a-surprising-new-interior-design-trend/>, *Pristupljeno*: 2017-05-26
- [9] Desiree burns interiors; <http://dburnsinteriors.com/2017/10/4-denim-interior-design-ideas/>, *Pristupljeno*: 2017-05-26
- [10] Jose, S.: Design inspiration – Cool blues of Denim; <https://www.zingyhomes.com/latest-trends/denim-interior-design-decoration-accessories/>, *Pristupljeno*: 2017-05-26
- [11] Lewith, W.: Artist Uses Denim Jeans to Create Hyper-Realistic Art; <http://www.realclearlife.com/art/ian-berry-denim-hyper-realistic-fabric-art/#8>, *Pristupljeno*: 2017-05-26

#### Zahvala

Autori zahvaljuju izv. prof. dr. sc. Martinii Iri Glogar na pomoći pri izradi šablone za sitotisak.

#### Autori:

Doc. dr. sc. Tihana DEKANIĆ; Prof. dr. sc. Tanja PUŠIĆ  
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb, Croatia  
Tel: ++385 1 48 77 366 Fax: ++385 1 48 77 354  
Tel: ++385 1 48 77 354 Fax: ++385 1 48 77 354

E-mail: [tdekanic@tff.hr](mailto:tdekanic@tff.hr)  
[tpusic@tff.hr](mailto:tpusic@tff.hr)

Dora KOS, mag. ing. des. text.; Ivana ILIČIĆ, mag. ing. des. text.  
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb, Croatia  
Phone: - Fax: -

E-mail: [dora.stefanec@gmail.com](mailto:dora.stefanec@gmail.com)  
[ivanic333vtc@gmail.com](mailto:ivanic333vtc@gmail.com)



---

**PREGLEDNI RADovi**

---

**REVIEW PAPERS**

# ROBOTS IN THE TEXTILE AND FASHION INDUSTRIES: FACTS AND PROSPECTIVES

Pablo JIMÉNEZ-SCHLEGL & Goran ČUBRIĆ

**Abstract:** *Constant modernization and automation of production processes through the implementation of new technologies in the textile and fashion industry results in increased efficiency and better use of existing equipment. It is expected that the automation increases productivity and product quality, provides greater flexibility and reduces production process of finished product. New technologies, in this particular case the robotic technology, should facilitate and simplify the production processes. Despite its success in other industrial sectors, the use of robots in textile and fashion industry is rather limited. Main reason is a number of technical difficulties of dealing with soft deformable textile materials. During handling, fabric can buckle, band or fold up. Moreover, during the sewing process, wrinkles and distortion can appear. This paper presents the trend of industrial robots application during the automation of production processes in the textile and fashion industry.*

**Keywords:** Robots, textile, clothing, handling

## 1. Introduction

When compared to traditional machines, robots offer a much higher degree of flexibility as they are not constrained to follow fixed trajectories but can switch easily between tasks, even including tool changes, and can be reprogrammed in an equally straightforward way. Compared to human workers, robots are more reliable (in general) as for repeatability and precision, they are less prone to errors, need neither rest nor vacancies (besides occasional maintenance), and can work in hazardous or arduous conditions. Despite their success in other industrial sectors, the fact is that the textile industry has made a poor, if not merely symbolic, use of robots. This is not only because this industry is based –for several processes– on an economy of scale, with low flexibility, and on cheap manual work in underdeveloped countries, but mainly –maybe as the underlying reason– because of the technical difficulties of dealing with a soft deformable material like fabrics. Manipulating cloth parts or items is probably the most common operation to perform within the factory. It may appear as a principal task on its own, like e.g. in folding a garment for packing, but it appears also as a crucial auxiliary operation for other basic tasks like cutting and sewing.

Manipulating fabrics has many associated problems, due to the extreme deformability of this stuff and its propensity to form wrinkles, creases and folds. As said in [1], cloth displays a complex behaviour due to its highly intricate anisotropic and nonlinear mechanical response, where subtle mechanical actions are amplified into large draping or motion variations. The difficulties in manipulating cloth are systematically described in [2] for the three main phases of manipulation, namely grasping, moving and releasing, and are related to uncontrolled deformations, uncertainty about the number of grasped cloth items, entanglements, or unexpected releasing.

To this, we have to add the difficulties related to the identification of the type and of the configuration of the cloth item by means of computer vision, due to the richness of garment typology and the practically infinite inter-garment variability. As for the latter, we are dealing with objects whose shape shifts between a planar extended state (which may be completely flat, slightly or heavily wrinkled), and a set of folded states, which can in turn display an aleatory (like when the cloth is taken out from a wash bin) or an ordered fold pattern. These issues, together with the corresponding research lines and solutions devised so far are collected in Section 2.

Despite these problems, the two last decades have witnessed a growing research effort in robotic handling of cloth. While most of the research has been developed implicitly with domestic laundry chores in mind, and lately also focusing on dressing assistance applications of disabled people, many of their findings are general enough to be directly applicable to industrial settings. To this end, Section 3 is devoted to provide industrial practitioners with an insight of the state of the art in the research of robot handling techniques of cloth and of the application possibilities in their environments.

Robots can perform other tasks besides handling, if equipped with the appropriate tools. Cutting is one of such tasks, which raises great interest in the textile and clothing context, as it constitutes the basic operation to perform on the textile sheet. In Section 4 we will revise the different cutting options as well as the possibilities

of robotising this operation. The second main task is assembling the cut parts together to obtain a finished garment, by sewing. More than carrying a sewing head, robots are involved in the process by holding and guiding the parts to be sewn while maintaining a certain tension, i.e., to assist the sewing machine. Thus this task could be viewed as a special manipulation action. However, due to its specificity and particularities, as well as regarding its relevance, we have decided it was worthwhile to consecrate sewing assistance its own section, namely 5.

With the structure implicitly sketched out in this Introduction we practically cover the whole subject of potential (and in some cases actual) robotization of processes in the textile industry, or at least of its main parts. Some final comments and suggestions are provided in Section 6.

## 2. Perception

The versatility and flexibility of robots is clearly conditioned by their perception abilities. The more the robotic system is informed about the actual and present circumstances of its environment, the more appropriate response it can provide through its actions. The most powerful input source is vision, with high discriminative capabilities as for the external features of the objects, i.e., their appearance. However, due to occlusions, ambiguities, bad illumination, etc. vision alone is sometimes not enough: in those cases, in a quite natural way, another perception source can complement vision and avoid such shortcomings, namely force sensing. These two perception types are examined next as for their application in the cloth and garments settings.

### 2.1 Vision

The most common use of computer vision in the industrial environment is failure detection and defect localization. In the textile and clothing industry, this may range from detecting weave defects in the fabrics to determine that the dimensions of a cut piece do not correspond to the specifications. This is a well-known and classical application of computer vision, and if used within a robotic cell or line, it may trigger the response of the robot retiring the faulty part. In this section, however, we are going to examine more non-conventional uses of vision.

#### 2.1.1 Grasp point detection

The vision system has to determine at which point the robot should grasp the cloth item. This may be an arbitrary point to just pick up a cloth from an unordered pile, or specific points like the shoulders of a pullover, the waistline of trousers, the collar of a polo shirt, or even at a point corresponding to a node of a preexisting model of the garment piece. Extensive research has been done in this subject, which is closely related to state recognition.

#### 2.1.2 Classification and state recognition

If different garment types or parts may be present at the production line, the vision system has to be able to discriminate (i.e., to classify) between them. Even if there is only one type of garment, computer vision may possibly be endowed with the task of distinguishing between different states, e.g. along a folding process. Computer vision methods, both in 2D and 3D, provide the necessary feature and shape recognition abilities, often trained with machine learning methods working on models or real images of the garments. These methods, together with grasp point recognition, are surveyed in [3].

#### 2.1.3 Seam tracking

Seam tracking involves continuous image processing while sewing is taking place, i.e., it has to be a closed loop control process, for robustness reasons (due to wrinkle formation and inaccuracies in the robot). The main issue and responsibility of the vision system, as mentioned in Section 5.2 below, is to guarantee that seam allowance is kept within specifications. The control law in this case consists in a commanded rotation velocity of the cloth proportional to the estimated seam width error and the angle between the trajectory tangent and the direction of sewing (both measured from the images), which is achieved by the corresponding rotations of the gripper's fingers [4] or of the simultaneous rotation of the two grippers in a bimanual manipulation. Occlusions of the stitching point by the pressing foot of the sewing machine lead to having to anticipate possible errors. A 2 1/2 D visual servo system which combines position-based and image-based approaches is followed in [5-7] which use both a panoramic camera mainly for presewing tasks (see Section 5.2) and a zoom-lenses

equipped camera for the area near the needle. They do also address the issue of approximating curved edges with straight segments. Regarding the control technique, they discard model-based strategies due to difficulties in accurately predicting the behaviour of fabrics, and resort to a fuzzy logic controller instead. Alternatively, edge sensors may be used instead of cameras, line sensor arrays installed in front of the presser foot that can measure seam allowance error online [8, 9].

## 2.2 Force

Force is usually measured by using a Force/Torque (F/T) sensor mounted on the robot's wrist, just before the gripper. In handling applications, it can inform about accidental contacts with the environment, the force exerted during a cloth flattening operation (see Section 3.2), the degree of stretching out a held-up piece of cloth [10], or whether the grasping of a garment has been successful. The most demanding and critical use of F/T sensors is tensile force control in sewing applications. Here, the robot has to pull, with a force that has neither to be too low (to avoid the formation of wrinkles) nor too large (to avoid stick-slip phenomena between fabric and support as well as disturbances in the feeding system) [9]. The appropriate tension to be applied depends on the extensibility of the particular type of fabrics, and also on the seam direction with respect to the yarns [5]. Moreover, the fabrics properties are not constant during sewing, but nonlinear functions of the distance between the grasp point and the needle, which decreases with time [4, 11].

An alternative to use a wrist-located F/T sensor is to compute the end-effector forces from the torques exerted at the joints by the motors, or to estimate the external force applied to the robot from its dynamic behaviour. This allows obtaining forces exerted on any point along the robot's arm. However, in [12] this method is used to evaluate just an end-effector action: by their weight, the system discriminates how many garments (or if any at all) has grasped the robot from an unordered pile of similar pieces.

## 3. Handling

Handling is the basic material transference operation, but it comprehends many shape modifying actions as well. As this kind of tasks is shared in different domains, these are the actions that also have received more attention from the research community.

### 3.1 Grasping

The textile and cloth industry has developed along the years different types of grasping devices, mounted on special purpose machines. Some of such grippers could actually be mounted on a robot. Such grasping devices are generally classified attending to the physical principle they are based on. In this sense, we can distinguish between mechanical impactive (pinch and/or clamp grippers) and ingressive (intrusive, i.e., needles, and nonintrusive like velcro and carden or brush), surface attraction which in turn can be based on suction (vacuum, Bernouilli, etc.) or electrostatic, and finally of the contigutive type, with the variants of chemical (washable) adhesion, thermal cryogenic (freezing water), or thermal melting resin, Figure 1.



a.



b.

**Figure 1:** Handling with robot, a. mechanical grasping of cloth, b. vacuum grasping of textile material

There is no ideal type of gripper for all kinds of fabrics and applications: ingressive grippers are contraindicated for handling delicate textiles, whereas leather should not be humidified, which invalidates cryogenic gripping, or vacuum grippers do not work for very porous material like knitted wool. The most similar to an all-purpose gripper is precisely the most extended gripper type, namely the impactive one, as it is also the most similar to the human hand (although, in most cases, in the simplified two-fingered version).

### 3.2 Manipulative actions

Next we list the basic manipulative actions with a short description and achievements attained so far.

- **Picking** usually means to separate a cloth part from the top of an ordered pile of identical parts, or to lift it from a table or similar surface. A typical requirement of this operation is to avoid deformations of the cloth part, which is satisfied by specialized ways of grasping, as seen above. In some cases it may also mean to take one item out of an unordered bunch. The critical sensing action is to determine where to grasp (see Section 2.1.1). Grasping is followed by a lifting or departing action, which should have no more difficulties than the standard ones of kinematic feasibility testing and collision avoidance.
- **Positioning by sliding on a surface (dragging and/or wiping)** is about changing the position of a fabric part lying on a surface like a table, while maintaining the fabric-surface contact. Interesting variants, from an industrial point of view, include dragging without deformations [13], wiping to create a crease at which to grasp the fabrics [14], or indirect simultaneous positioning, i.e. displacing a given cloth part towards the desired location of a specific set of unreachable positioned points by shifting another set of points, the manipulated points, to the destinations previously computed under a deformation model of the fabric item [15, 16].
- **Placing, laying** is also a positioning action, but now with an aerial approximation. In [17], different travelling directions and velocities have been tested, as well as the condition of obverse or reverse warpage, to determine the conditions of successful placing (without remaining folds).
- **Immobilizing** seeks to have full control on the cloth item's shape, or part of it, determining how many fingers (grasp locations) are necessary and where they have to be located to immobilize arbitrary non-stretchable cloth polygons [18].
- **Flattening by sweeping, dragging and ironing** include all the techniques devised for eliminating wrinkles from flat lying cloth. Transversal sweeping motions [19] may not be enough if the wrinkle is too high, creating local looping folds instead. Longitudinal sweeps or combinations of sweeps with pinching and dragging actions can be used in such cases [20, 21]. Ironing is another cloth flattening task, analysed for possible robotization in [22]. It should be noted that the so called robot iron from Siemens (Siemens Dressman TJ10500) isn't actually a robot, but a special device for ironing (exclusively) shirts.
- **Unfolding**, spreading can be performed in a variety of ways, but the most common ones are unfolding on a table, by grasping a corner or an edge and spreading the overlapped fabric [23], or in the air (i.e., with the cloth item hanging from the manipulating grippers) combining gravity and rehandling until the garment is held at the same hemline by two grippers [24]. A flattening plus unfolding strategy is described in [25]. In any case, a vision system is required to certify the progress of the process, i.e., to determine the achievement of the successive states.
- **Folding** refers both to the individual action of bending and laying a cloth partially on itself, as well as to the sequence of single folds aimed at obtaining a given folded shape. A special gripper for grasping the cloth at two adjacent corners is built and used in [19] with a single robot, but the most common option is to resort to two coordinated robots. Folding takes places either on a surface like a table (recent references are [13, 20, 26-29]) or in the air [30]. The location and sequence of folds is generally known beforehand. Due to the symmetry of garments, manipulability can be considered to decide between equivalent sequences [13].

## 4. Cutting

When cutting fabrics, robots are faced with the dilemma whether to perform single-ply or multiple-ply (bundle) cutting. The latter, which may process up to 100 layers, is in principle much more efficient, but it is also more error-sensitive, as a single error affects a lot of fabrics and not just one layer. Bundle cutting comes inherently

with another advantage: it provides automatically a buffer for the other sections along the processing of cloth. In contrast, it presents a very long in-process time (20-30 days vs. few hours) [31].

With respect to the cutting processes themselves, we may distinguish between the classical mechanical cutting procedures and the advanced ones. As for the first, GERBERcutters®, while not general-purpose robots, as they are specifically designed to perform exclusively cutting operations, share with standard robotic manipulators the capacity of easy reprogramming and switching between different cutting patterns. They provide conveyored single-ply and multiple-ply cutters, as well as single-ply static cutters. Others devices can be considered as well, like Dekcell CNC oscillating knife cutter.

Advanced cutting includes laser, water-jet, and plasma cutting:

- Laser cutting requires focusing a powerful beam of light on a small area of fabrics. Beams are V-shaped, with a size of 0.1 of an mm. They may be oriented in different directions and exert no pressure on fabrics, which remains static. It is a high-speed and high accuracy process, but produces heat emission, which may possibly seal cut edges (this is an advantage in the case of fabric that ravel), and may also fuse together multiple plies (this disadvantage is not present when fabrics are not thermoplastic [31]).
- Water-jet cutting involves a high pressure (4800 bar) tiny water jet (0,025 to 0,038 mm diameter). It allows to cut multiple-ply (although, after few layers the water power is severely retarded) without fusing, but may fray and tangle yarns of some fabrics. It is useful if heat has to be avoided and water absorption is not important. It requires filtering and deionization of water [31].
- Plasma jet cutting is indicated for single-ply, but it is cheaper than laser. In this process, an inert gas is blown at high speed out of the nozzle. At same time, an electrical arc is formed through the gas between the nozzle and the surface being cut, turning part of the gas into plasma. Plasma arcs reach temperatures up to 25000 °C and because of that they are not commonly used for textile applications [32].

Robots equipped with cutting devices can certainly perform such operations. However, additional equipment is required to hold fabrics in place, mainly in the case of mechanical cutting which exerts pressure and therefore causes possible displacements in the material.

## 5. Sewing

In automated sewing, robots either carry a stitching head along the seam, or they assist a sewing machine. Next we explore both variants.

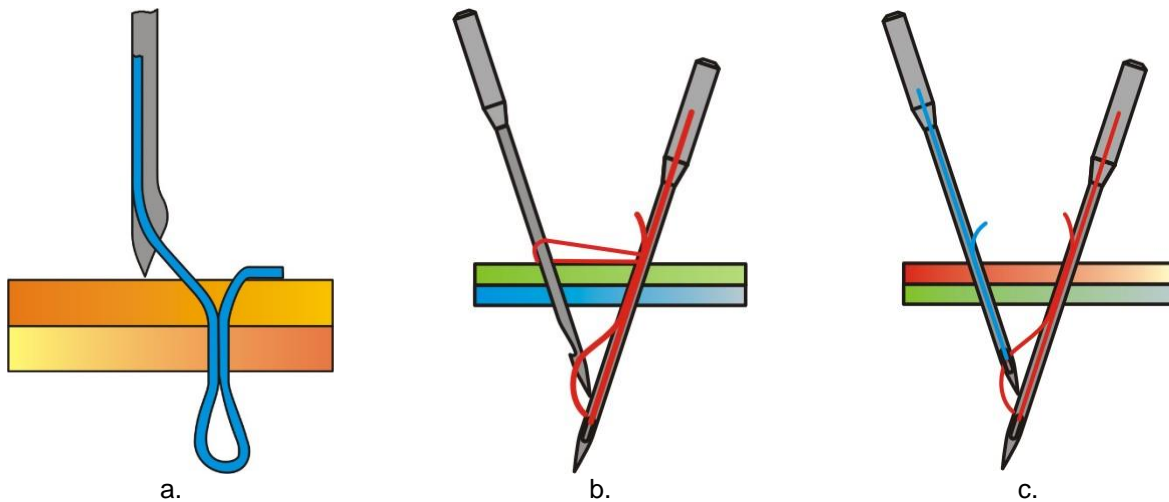
### 5.1 Sewing heads

In this first sewing variant, the robot is equipped with a sewing head instead of a gripper, and it is continuously carried along the seam line of a stationary work piece. This variant does not need feeding material system that is obligatory in conventional stitching machines.

Due to the specificity of 3D sewing with the existing traditional seam (lock stitch 301), new types of stitching have been developed where the sewing head accesses to the work piece from one side. The simplest approach is a tufting process, where a needle pushes the thread into the material. Due to the friction between the thread and the material, the thread remains inside the material after pulling the needle. Another stitching type is the so called "one side stitching". Here, one needle carries the thread penetrating through the material. The second needle, whose point is formed as a hook, also penetrates into material, grabs the loop made by the thread of the first needle and pulls it to the top.

In a second kind of sewing with two needles both carry the thread. A sewing thread loop formed by the first needle is taken up by the second needle and the chain stitch is created. Another way for connecting a textile material is by a blind stitch where the stitch impression is not showing on the right side of the garment. This type of sewing uses a curved needle that slightly penetrates the surface of the material and emerges on the same side as it enters. Besides sewing, the textile material can also be joint by welding. Materials suitable for welding must include 50-65% synthetic fibres [33-37].





**Figure 2:** One side stitching, a. tufting, b. two needles – one thread, c. two needles – two threads

## 5.2 Sewing assistance

In the second variant the role of the robot consists in assisting a sewing machine by feeding and controlling the fabrics to be sewn. The robot grasps the cloth and guides it along a controlled trajectory. Sewing implies also a series of preliminary tasks, like the recognition of the fabric's shape by the camera system, the distinction of joining seams from decorative stitches, the planning of the sewing sequence, the extraction of the "seam line" by image processing (i.e., from the cloth panel's contour and considering the seam allowance –the distance between the fabric border and the seam– for the particular garment piece), and the initial positioning of the robot end-effector [5]. Planning obviously depends on the two first tasks, as the optimal sequence of sewing processes is conditioned by the shape of the panels to be sewn and decorative seams (involving only one cloth layer) should be sewn before union seams. This planning affects exclusively the sequencing of sewing operations, as for the execution of sewing itself online tracking (and seam line extraction) is required (see Section 2.1.3). In between these preliminary tasks and the sewing itself, a manipulative robot may also be responsible of adequately positioning the cloth at the point under the needle where sewing has to start.

Manipulation during the sewing process can be performed either with a single robotic arm [4-6] or be based on a bimanual system [9, 38]. In any case, the fabric is pulled forward by the sewing machine's feed mechanism (the feed dogs). The duties of the robot, which is holding the fabric behind the needle in the direction of advance, are twofold: to rotate the fabric panel around the needle to keep seam allowance within specifications, and maintaining a certain tensional state in the fabrics to prevent seam buckling or puckering. This involves to control positional accuracy (the stitching has to keep seam allowance within certain tolerances), velocity (both in direction, to adjust to possible changes in the seam orientation, as well as in module to ensure a uniform stitching, depending on the sewing machine shaft velocity), and tension (to avoid seam puckering, as described in Section 2.2). Additionally, robots have to maintain the fabrics flat against the table, which conditions the most extended grasping solution to be just downwards pressing fingers.

Quite recently, Jonathan Zornow has presented Sewbo, a system that allows easy manipulation of cloth for sewing, by chemically stiffen fabrics, drenching it into a washable liquid polymer

## 6. Conclusions

The expansion of robotized solutions falls within the flexible production paradigm, which allows the textile and fashion industry to evolve from an economy of scale towards an economy of scope [39] (the benefits of robot-driven flexibility in the apparel industry was identified quite earlier, see for example [40]). The authors identify three characterising manufacture sections along garment production, namely the storage and the retrieval processes of fabric from the warehouse in preparation for manufacture, the laying and cutting processes of garment components, and the assembly and sewing processes of garments. It is in the latter two sections where cloth is actually handled as soft material (the first one is rather about cloth rolls managing, except maybe for the last process in this section, which is inspection and defect-mapping). Among the basic tasks where robots (may) appear manipulating cloth parts there are picking up (a variant is separating from a pile), laying/positioning and immobilizing, sewing, ironing/pressing, inspecting, folding and packaging. In this paper,

we have grouped all these actions within generic handling tasks, cutting and sewing. We have shown that the state of the art in research is ripe for its application in real industrial settings.

## References

- [1] Magnenat-Thalmann, N. & Volino, P.: From early draping to haute couture models: 20 years of research, *The Visual Computer*, **Vol.** 21 (2005) No. 8, pp. 506–519.
- [2] Fantoni, G. et al.: Grasping devices and methods in automated production processes, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, **Vol.** 63 (2014) No. 2, pp. 679-701.
- [3] Jiménez, P.: Visual Grasp Point Localization, Classification and State Recognition in Robotic Manipulation of Cloth: an Overview, *Robotics and Autonomous Systems*, **Vol.** 92 (2017) June, pp. 107-125.
- [4] Gershon, D.: Parallel process decomposition of a dynamic manipulation task: robotic sewing, *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, **Vol.** 6 (1990) No.3, pp. 357–367.
- [5] Panagiotis, N. et al.: Intelligent robotic handling of fabrics towards sewing, In *Industrial Robotics: Programming, Simulation and Application*, Pro Literatur Verlag, ISBN 3-86611-286-6, (2006), pp. 559–581.
- [6] Zacharia, P: Robot handling fabrics towards sewing using computational intelligence methods, In *Robotic Systems - Applications Control and Programming*, InTech, ISBN 978-953-307-941-7, (2012), pp. 61–84.
- [7] Zacharia, P. et al.: A robotic system based on fuzzy visual servoing for handling flexible sheets lying on a table, *Industrial Robot: An International Journal*, **Vol.** 36 (2009) No. 5, pp.489-496.
- [8] Schrimpf, J., Lind, M. & Mathisen, G.: Real-time analysis of a multi-robot sewing cell, *IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)*, pp. 163–168, ISBN: 978-1-4673-4569-9, Cape Town, South Africa, Feb 2013, (2013).
- [9] Schrimpf, J., Wetterwald, L.E. & Lind, M.: Real-time system integration in a multirobot sewing cell, *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 2724–2729, ISBN 978-1-4673-1736-8, Vilamoura, Algarve, Portugal, October 7-12, 2012., (2012).
- [10] CloPeMa Consortium, The robot - clopema - clothes perception and manipulation, Available from <http://www.clopema.eu/> Accessed: 2017-11-25.
- [11] Koustoumpardis, P. N. & Aspragathos, N. A.: Intelligent hierarchical robot control for sewing fabrics, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, **Vol.** 30 (2014) No. 1, pp. 34–46.
- [12] Colomé, A. et al.: External force estimation during compliant robot manipulation, *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, ISBN 978-1-4673-5641-1, Karlsruhe, Germany, May 2013, pp. 3535–3540.
- [13] Lakshmanan, K. et al.: A constraint-aware motion planning algorithm for robotic folding of clothes, In *Experimental Robotics*, Springer Tracts in Advanced Robotics, vol 88. Springer, ISBN 978-3-319-00064-0, Heidelberg, (2012), pp. 547–562.
- [14] Shibata, M., Ota, T. & Hirai, S.: Wiping motion for deformable object handling, In *IEEE International Conference on Robotics and Automation, ICRA 2009*, Kobe, Japan, May 12-17. 2009, pp. 134–139, ISBN 978-1-4244-2788-8, (2009).
- [15] Hirai, S.: Indirect simultaneous positioning of deformable objects by redundant fingers without physical parameters, In *Complex Systems Intelligence and Modern Technological Applications (CSIMTA 2004)*, Cherbourg, France, pp. 509–514, (2004).
- [16] Wada, T. et al.: Robust manipulation of deformable objects by a simple PID feedback, In *Robotics and Automation, 2001. Proceedings 2001 ICRA. IEEE International Conference on*, volume 1, ISBN 0-7803-6576-3, pp. 85–90, (2001).
- [17] Shibata, M. et al.: Handling of hemmed fabrics by a single-armed robot, In *4th IEEE Conference on Automation Science and Engineering*, Key Bridge Marriott, Washington DC, USA, ISBN 978-1-4244-2022-3, pp. 882– 887, (2008).
- [18] Bell, M. P. & Balkcom, D. J.: Grasping non-stretchable cloth polygons, *International Journal of Robotics Research*, **Vol.** 29 (2010) No. 6, pp. 775–784, ISSN 0278-3649.
- [19] Paraschidis, K. et al.: A robotic system for handling textile and non rigid flat materials, *Computers in Industry*, **Vol.** 26 (1995) No. 3, pp. 303–313, ISSN 0166-3615.
- [20] Lee, A. X. et al.: Learning force-based manipulation of deformable objects from multiple demonstrations, In *IEEE International Conference on Robotics and Automation, ICRA 2015*, Seattle, WA, USA, 26-30 May, 2015, ISBN 978-1-4799-6924-1, pp. 177–184, (2015).
- [21] Sun, L. et al.: Accurate garment surface analysis using an active stereo robot head with application to dualarm flattening, In *2015 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, ISBN 978-1-4799-6924-1, pp. 185–192, May 2015.

- [22] Dai, J.S.: Task analysis and motion generation for service robots: With reference to region segregation and path generation for robotic ironing, In *Service Robots and Robotics: Design and Application*, chapter 3, (2012), ISBN 978-1-466-0291-5, pp. 30–50.
- [23] Ono, E., Sakane, N. & Sakane, S.: Unfolding folded fabric using outline information with vision and touch sensors, *Journal of Robotics and Mechatronics*, **Vol.** 10 (1998) No. 3, pp. 235–243, ISSN 0915-394.
- [24] Hamajima, K. & Kakikura, M.: Planning strategy for task of unfolding clothes, *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 32 (2000) No. 2–3, pp.145–152, ISSN 0921-8890.
- [25] Willimon, B., Birchfield, S. & Walker, I.: Model for unfolding laundry using interactive perception, In *Intelligent Robots and Systems (IROS)*, 2011 IEEE/RSJ International Conference on, pp. 4871–4876, ISBN 978-1-61284-454-1, San Francisco, CA, USA, (2011).
- [26] Balaguer, B. & Carpin, S.: Combining imitation and reinforcement learning to fold deformable planar objects, In *Intelligent Robots and Systems (IROS)*, 2011 IEEE/RSJ International Conference on, pp. 1405–1412, ISBN 978-1-61284-454-1, San Francisco, CA, USA, (2011).
- [27] Maitin-Shepard, et al.: Cloth grasp point detection based on multiple-view geometric cues with application to robotic towel folding, In *International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, pp. 2308–2315, ISBN 978-1-4244-5038-1, Anchorage, AK, USA, (2010).
- [28] Miller, S. et al.: Parametrized shape models for clothing, In *International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, pp. 4861–4868, ISBN 978-1-61284-386-5, Shanghai, China, (2011).
- [29] Zoumpouros, G. & Aspragathos, N.: A fuzzy strategy for the robotic folding of fabrics with machine vision feedback, *Industrial Robot: An International Journal*, **Vol.** 37 (2010) No. 3, pp. 302–308, ISSN: 0143-991X.
- [30] Yamakawa, Y., Namiki, A. & Ishikawa, M.: Motion planning for dynamic folding of a cloth with two high-speed robot hands and two high-speed sliders, In *Robotics and Automation (ICRA)*, 2011 IEEE International Conference on, pp. 5486–5491, 978-1-61284-386-5, Shanghai, China, (2011).
- [31] Encyclopaedia of textiles: Textile automation” edited by P. V. Vidyasagar, Mittal Publications, New Delhi, India, ISBN 81-7099-751-8, 2000
- [32] Vilumsonne-Nemes, I.: Industrial Cutting of Textile Materials, Woodhead Publishing Limited, Elsevier, 2012, ISBN 978-0-85709-556-5.
- [33] Wittig, J.: Recent development in the robotic stitching technology for textile structural composites, *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, **Vol.** 2,(2001) No. 1, ISSN: 1533-0915.
- [34] Corves, B.: Mechatronics and Mechanisms: From Drive to Process, *Proceedings of the 10<sup>th</sup> IFToMM International Symposium on Science of Mechanisms and Machines*, (Ed.) Visa I., Brasov, Romania, October 12-15, SYROM 2009, Springer, Dordrecht, pp. 15-46, ISBN 978-90-481-3522-6.
- [35] Prabir, J.: Assembling technologies for functional garments – An overview, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, **Vol.** 36 (2011) No. 4, pp. 380-387, ISSN 0975-0426.
- [36] Jones, I.: Improving productivity and quality with laser seaming of fabrics, Technical Textiles International, (2005), <http://www.technical-textiles.net/>
- [37] Nikolić, G. et al: Robots and use in textile and clothing industry (in Croatian), Zrinski, Čakovec, ISBN 978-953-7105-22-8, (2008).
- [38] Kudo, M. et al.: Multi-arm robot control system for manipulation of flexible materials in sewing operation, *Mechatronics*, **Vol.** 10 (2000) No. 3, pp. 371–402, ISSN 0957-4158.
- [39] Michelini, R. C. & Razzoli, R. P.: Robotics in clothes manufacture, *International Journal of Mechanical Engineering and Applications*, **Vol.** 1 (2013) No. 1, pp. 17–27, ISSN 2330-0248.
- [40] Taylor, P. M. et al.: An integrated automated garment assembly system, In *Systems Engineering*, 1990., IEEE International Conference on, pp. 383–386, ISBN 0-7803-0173-0, Pittsburgh, PA, USA, (1990).

#### Authors:

Title Name SURNAME: Pablo JIMÉNEZ-SCHLEGL, PhD  
Full title of the Institution: Institut de Robòtica i Informàtica Industrial, Polytechnical University of Catalonia  
Street, ZIP-code City, Country: Llorens i Artigas, 4-6, 08028, Barcelona, Spain  
Phone: +(34) (93) 4015784

E-mail: [pjimenez@iri.upc.edu](mailto:pjimenez@iri.upc.edu)

Title Name SURNAME: Assist. Prof. Goran Čubrić, PhD  
Full title of the Institution: University of Zagreb Faculty of Textile Technology  
Street, ZIP-code City, Country: Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000, Zagreb, Croatia  
Phone: +(385) (1) 3712555

E-mail: [goran.cubric@tff.hr](mailto:goran.cubric@tff.hr)

## PRIMJENA PLAZME NA BAZI DIELEKTRIČNOG BARIJERNOG PRAŽNENJA ZA MODIFIKACIJU SVOJSTAVA TEKSTILNIH MATERIJALA

### APPLICATION OF DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE PLASMA ON MODIFICATION OF TEXTILE MATERIAL PROPERTIES

Jelena PERAN; Sanja ERCEGOVIĆ RAŽIĆ & Katarina IŠTEF

**Sažetak:** U ovome radu dan je uvod u atmosferske plazme koje se primjenjuju u tekstilnoj industriji, s posebnim naglaskom na svojstva i primjenu atmosferske plazme na bazi dielektričnog barijernog pražnjenja (DBD). DBD predstavlja jedan od 4 osnovna načina dobivanja hladne plazme pri atmosferskom tlaku, a karakteristika mu je primjena dielektričnog materijala u sustavu elektrodi koji osigurava nastajanje i stabilnost nastale hladne plazme. Primjena unutar tekstilne industrije glavnim dijelom je orijentirana na postupke predobrade tekstilnih materijala putem procesa čišćenja, aktivacije i funkcionalizacije, nagrizanja te polimerizacije u svrhu povećanja sorpcijskih svojstava te postupaka mokrog oplemenjivanja poput (bio)iskuhavanja, bojadisanja, antimikrobnih obrada, dobivanja kozmetotekstilija, termički stabilnih uzoraka i dr. Pregledom različitih dosadašnjih objavljenih istraživanja primjene DBD atmosferske plazme može se uvidjeti važnost i učinkovitost plazma tehnologije kao ekološki i ekonomski prihvatljive alternative dosadašnjim konvencionalnim postupcima obrada.

**Abstract:** This paper gives an introduction in the field of atmospheric pressure plasma technology and its application in textile industry, with particular emphasis on the properties and application of atmospheric dielectric barrier discharge plasma (DBD). DBD is one of four basic methods developed for generation of cold plasma at atmospheric pressure. Its characteristic is the application of a dielectric material in the electrode system, which ensures the creation and stability of generated cold plasma. The application within the textile industry is mainly oriented to the pretreatment of textile materials through surface cleaning, activation and functionalization, etching and polymerization in order to increase sorption properties and textile wet processes such as (bio)scouring, dyeing, antimicrobial treatments, cosmeo-textiles, thermal stability etc. By reviewing various published researches related to the application of atmospheric DBD plasma, the importance and efficiency of plasma technology as ecologically and economically acceptable alternative to conventional processing methods is visible.

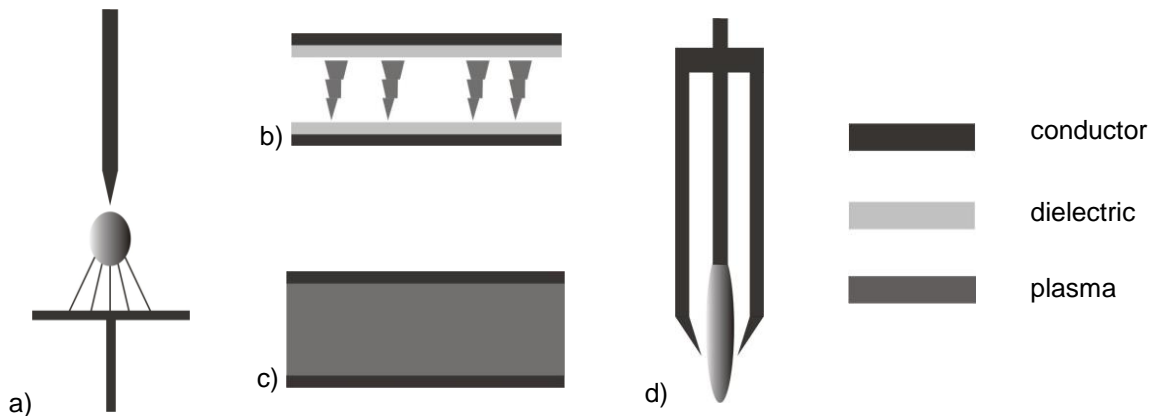
**Ključne riječi:** atmosferska plazma na bazi dielektričnog barijernog pražnjenja (DBD), postupci predobrada, ekološki i ekonomski prihvatljiv postupak

**Keywords:** atmospheric dielectric barrier discharge plasma (DBD), pretreatment processes, ecologically and economically acceptable process

#### 1. Uvod u atmosferske plazme

Pojam plazme kao četvrtog agregatnog stanja uveden je 1928. godine (Irving Langmuir), a otkriće se pripisuje britanskom znanstveniku William Crooksu (1879. god.) [1]. Od tada, tehnologija plazme primjenjuje se u brojnim područjima poput biomedicine, elektronike, metalurgije, industriji proizvodnje ozona, zrakoplovnoj industriji, tekstilnoj industriji i dr. [2]. Plazma nastaje dovođenjem visoke energije plinu putem visoke temperature (vruće plazme) ili primjenom vanjskog električnog polja (hladne plazme). Dovođenjem energije elektronima u plinu dolazi do ubrzanog gibanja elektrona te interakcije s molekulama i atomima unutar plina u vidu elastičnih i neelastičnih sudara. Posljedice sudara su brojne reakcije poput ionizacije, eksitacije i disocijacije koje rezultiraju stvaranjem pozitivnih i negativnih iona, elektrona, slobodnih radikala, fotona i drugih električki nabijenih čestica [3, 4]. Usprkos postojanju brojnih čestica unutar plazme, ona se smatra električki neutralnom (kvazineutralno stanje) što znači da je koncentracija pozitivno i negativno nabijenih čestica jednaka [5]. Hladne plazme, pogodne za primjenu s termički osjetljivim materijalima poput tekstila, mogu se s obzirom na tlak pri kojem nastaju, podijeliti na niskotlačne i hladne plazme. U slučaju niskotlačnog plazma sustava, tlak unutar zatvorene komore se smanjuje primjenom vakuum pumpe do vrijednosti od 0,1 mbar do 1,0 mbar, nakon čega slijedi uvođenje radnog plina između sustava elektrodi. Dovođenjem elektromagnetske energije plinu u uvjetima niskog tlaka dolazi do stvaranja plazme [6]. Stvaranje hladne plazme pri atmosferskom tlaku je otežano. Pri povišeni tlakovima plazma ima sklonost prijelaza iz tinjajućeg stanja hladne plazma u iskreće stanje vruće plazme. Naime, s porastom tlaka raste broj sudara slobodnih elektrona i neutralnih čestica pri

čemu elektroni gube toplinu, a ioni i neutralne čestice dobivaju na toplini do trenutka izjednačenja temperature svih čestica u plazmi, tj. prijelaza u iskreće stanje. Gustoća plazme, koju čini broj slobodnih elektrona, se povećava, a s njom raste i sposobnost provođenja struje. Istovremeno, ukupni volumen plazme se smanjuje te prelazi u oblik vruće iskre. Dizajn sustava atmosferskih plazmi koji utječe na stabilizaciju tinjajućeg stanja plazme uključuje posebnu izvedbu elektrodi u vidu oblika, materijala i međusobnog razmaka, primjenu različitih vanjskih izvora energije, izolacijskog sloja na površini elektrodi, primjenu otpornika, plemenitih plinova i različitih sustava hlađenja. Sukladno tome razvijena su četiri osnovna tehnološka rješenja dobivanja atmosferskih plazmi (i) pražnjenje koronom (*eng. corona discharge*), (ii) dielektrično barijerno pražnjenje (*eng. dielectric barrier discharge, DBD*), (iii) pražnjenje tinjanjem (*eng. atmospheric pressure glow discharge, APGD*) i (iv) plazmeni mlaz (*eng. atmospheric pressure plasma jet, APGD*). Sl. 1. shematski prikazuje navedene tipove atmosferskih plazmi [3, 7].



**Slika 6:** Shematski prikaz vrsta atmosferskih plazmi; a) korona, b) dielektrično barijerno pražnjenje, c) pražnjenje tinjanjem i d) plazmeni mlaz [3, 7]

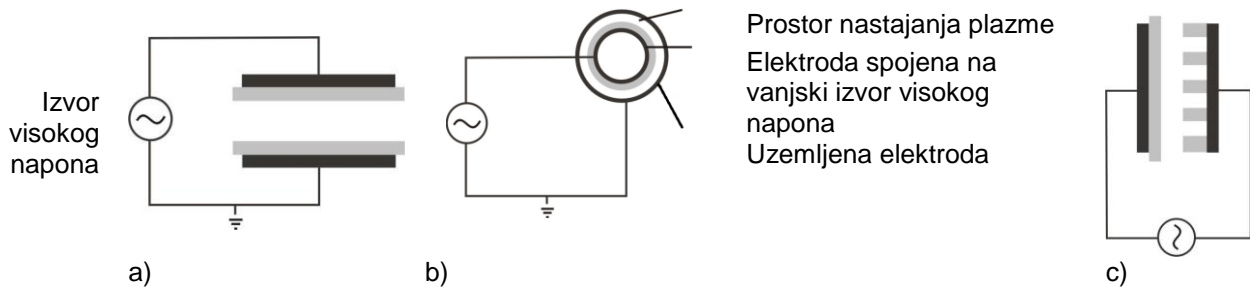
*Pražnjenje koronom* (sl. 1a) je proces električnog pražnjenja uzrokovanog električnim poljem visokog napona ili visoke frekvencije između dviju asimetričnih elektrodi. Korona sustav u pravilu sadrži dvije elektrode od kojih je jedna visoke, a druga niske zakrivljenosti. S obzirom na polarnost napona elektrode visoke zakrivljenosti, razlikujemo pozitivni i negativni korona sustav, a rezultat električnog pražnjenja je uglavnom filamentni oblik plazme koji sadrži niz mikronaboja cilindričnog oblika. Nedostatak pražnjenja koronom je upravo nastajanje filamentnog oblika plazme čija primjena može rezultirati nejednoličnom obradom supstrata [8].

*Dielektrično barijerno pražnjenje* (sl. 1. b) je proces električnog pražnjenja između dviju, najčešće simetričnih planarnih elektrodi, od kojih je barem jedna elektroda prekrivena dielektrični materijalom poput stakla, kvarca, keramike, plastike, silikona i dr. Najčešće nastaje filamentni oblik plazme, ali je moguće dobivanje i jednolično distribuirane plazme [9]. *Pražnjenje tinjanjem* (sl. 1 c) nastaje između dviju metalnih elektrodi bez prisustva dielektričnog materijala koje rezultira nastajanjem jednolično distribuirane plazme helija i drugih plemenitih plinova. Zbog jednostavnije konfiguracije sustava i nastajanja jednolične plazme, ovaj tip plazme izuzetno je pogodan za primjenu u tekstilstvu, ali je ograničen na primjenu plemenitih plinova te je visoka opasnost od prelaska u vruće stanje plazme [3, 10].

Sve prisutniji postupak obrade različitih supstrata uključuje primjenu *plazmenog mlaza* (sl. 1 d). Navedeni sustav sastoji se od dviju cilindričnih elektrodi kroz koje prolazi radni plin, pri čemu se elektroda spojena na vanjski izvor energije nalazi unutar druge elektrode. Postoje različite izvedbe sustava plazmenog mlaza, a prema izvedbi elektrodi razlikuju se (i) mlazovi bez dielektričnog materijala, (ii) izbojni mlazovi s dielektričnom barijerom (IMDB), (iii) IMDB-u slični mlazovi te (iv) plazmeni mlazovi s jednom elektrodom [11].

## 2. Dielektrično barijerno pražnjenje

Kao što je već spomenuto, za sustave dielektričnog barijernog pražnjenja karakteristična je primjena dielektričnog (izolacijskog) materijala koji osigurava nastajanje i stabilnost hladne plazme, jednoličnu distribuciju filamenata plazme po površini elektrode (u slučaju nastajanja filamentnog oblika plazme) te jednoličnu obradu supstrata [12]. Postoje različite konfiguracije DBD sustava, a osnovna podjela uključuje (i) planarne konfiguracije, (ii) kružne i (iii) specijalne konfiguracije (sl. 2) [9].



**Slika 7:** Shematski prikaz konfiguracija DBD sustava: a) planarna konfiguracija, b) kružna konfiguracija, c) specijalna konfiguracija s perforiranim dielektričnim materijalom [9, 13]

Prva primjena DBD-a vezana je uz proizvodnju ozona, a pripisuje se Werner von Siemensu (1857. god.) [14]. Primjenom visokog napona izmjenične struje frekvencije u rasponu od radiofrekvencije do frekvencije mikrovalova dolazi do ionizacije plina između sustava elektrodi i nastajanja lokaliziranih plazmenih izboja koji se jednolično distribuiraju po površini dielektričnog materijala. Pomnom varijacijom različitih parametara poput izbora radnog plina i dielektričnog materijala, oblika elektrodi i frekvencije može nastati jednolično distribuirana plazma. Točan mehanizam nastajanja jednoličnog, a ne filamentnog oblika plazme još se istražuje, ali pretpostavka je da koncentracija slobodnih elektrona u trenutku ionizacije mora biti dovoljno velika da se izbjegne lokalizacija naboja i formiranje pojedinačnih izboja. Primjenom jednolično distribuirane plazme u obradama tekstilnih supstrata može se osigurati homogena obrada [15].

## 2.1 Primjena DBD atmosfere plazme u tekstilstvu

Ključnu ulogu u procesu proizvodnje tekstilnih proizvoda predstavlja oplemenjivanje tekstila omogućujući daljnju preradu, poboljšanje estetskih karakteristika, udobnosti i dobivanja proizvoda dodane vrijednosti. Sam proces i primijenjene metode razlikuju se ovisno o sirovinskom sastavu materijala i predviđenoj krajnjoj namjeni proizvoda, ali zajednička im je velika potrošnja vode, kemikalija i energije te problem otpadnih voda. U skladu s konceptom održivog razvoja i smjernicama glede zaštite okoliša, razvijaju se nove tehnologije i pristupi u procesima oplemenjivanja tekstila. Jedan od ekološki prihvatljivih postupaka predstavlja plazma tehnologija čija primjena smanjuje potrošnju kemikalija i energije, bez primjene i onečišćenja vode. Električki nabijene čestice unutar plazme mogu međudjelovati s površinom tekstilnog materijala fizikalnim i kemijskim površinskim procesima rezultirajući modifikacijom površine uklanjanjem čestica ili adicijom sredstava. U prvu skupinu procesa ubrajaju se postupci čišćenja i nagrizanja površine, a u drugu skupinu procesi aktivacije, te naslojavanja ili polimerizacije. Aktivne čestice u plazmi imaju dovoljno energije za kidanje veza koje nastaju između nečistoća prirodno prisutnih na površini tekstilnog supstrata što rezultira *čišćenjem površine*. Daljnjim procesom obrade dolazi do ugradnje aktivnih skupina prisutnih u plazmi što dovodi do stvaranja novih funkcionalnih skupina na površini materijala poput hidroksilne skupine (-OH), karbonilne skupine (-C=O), karboksilne skupine (-COOH), amino skupine (-NH<sub>2</sub>) ili nitratne skupine (-NO<sub>3</sub>) i dr. Ovaj proces naziva se *aktivacija površine*, a posljedica je povećanje slobodne površinske energije čime se povećava afinitet supstrata prema drugim tvarima. Aktivacija površine nije trajna stoga se najčešće primjenjuje kao predobrada prije daljnjih postupaka oplemenjivanja. U procesu *nagrizanja površine* dolazi do kemijske reakcije između aktivnih skupina polimernog materijala i reaktivnih čestica plazme te fizikalnih reakcija sudaranjem čestica plazme s površinom materijala. Primjenom plazme mogu se nanositi organske i anorganske čestice na površinu materijala polimerizacijom sredstva u površinskom sloju materijala. Naslojavanje sredstava može se ostvariti primjenom procesnog plina sa sposobnošću polimerizacije u plazmi te uparivanjem tekućeg prekursora u sustavu plazme (postupak plazmom pospešene depozicije, PE-CVD). S obzirom da je atmosferska plazma na bazi dielektričnog barijernog pražnjenja otvoreni sustav, najčešće se primjenjuje za procese čišćenja, nagrizanja i aktivacije površine [3, 6, 12, 17-19].

Hladna plazma je pogodna za primjenu u svrhu modifikacije površine svih vrsta tekstilnih materijala. Pamučni materijali prolaze kroz niz procesa mokrog oplemenjivanja od odšrobljavanja, iskuhavanja, mercerizacije, bijeljenja i bojadisanja do završnih postupaka oplemenjivanja u svrhu dobivanja željenih funkcionalnih svojstava. Primjena plazme kao predobrade može pospešiti učinkovitost navedenih postupaka, uz istovremenu smanjenu primjenu raznovrsnih kemijskih sredstava koje postupci zahtijevaju. Karahan, H.A. i Özdoğan, E. [20] istražili su utjecaj obrade sirovih pamučnih uzoraka primjenom atmosfere plazme na bazi dielektričnog pražnjenja na kemijska i morfološka svojstva. Kao radni plin primijenjeni su argon i zrak, a rezultati su iskazani kroz promjenu hidrofilnosti, FT-IR ATR, XPS i SEM analizu. Rezultati ukazuju na značajno

povećanje hidrofilitnosti i sorpcijskih svojstva obrađenih uzoraka, posebice primjenom argonove plazme što se može pripisati značajnom nagrizanju površine supstrata. Djelomično uklanjanje hidrofobnog sloja na površini supstrata uzrokovalo je stvaranje novih hidrofilitnih skupina i povećanje slobodne površinske energije. FT-IR ATR i XPS analize ukazuju na smanjenje sadržaja ugljika i povećanje sadržaja kisika koje utjecalo na povećanje hidrofilitnosti i kvasivosti uzorka. Proces nagrizanja površine i povećanje hrapavosti potvrđeno je SEM analizom. Može se uočiti visoka učinkovitost plazma obrada na modifikaciju kemijskih i fizikalnih svojstava pamučnih uzoraka. Navik, R.G. et al. [21] također su optimirali parametre obrade iskuhanih i izbjeljenih pamučnih uzoraka primjenom DBD atmosferske plazme i zraka kao radnog plina. FT-IR analizom dokazano je povećanje broja hidrofilitnih skupina sa sadržajem kisika poput hidroksilne skupine (-OH), karbonilne skupine (-C=O) i karboksilne skupine (-COOH). Osim povećanja hidrofilitnosti i stupnja iscrpljenja reaktivnog bojila, uočeno je povećanje čvrstoće materijala. Naime, nagrizanje površine djelovanjem plazme uzrokuje stvaranje pukotina mikro veličine koje može utjecati, uz povećanje adsorpcije i difuzije vode i bojila u vlakno, na stvaranje kohezijski sila te povećanje čvrstoće. Alternativni postupak konvencionalnom postupku iskuhavanja predstavlja bioiskuhavanje, odn. enzimatska obrada prirodnih celuloznih materijala sa svrhom uklanjanja neceluloznih nečistoća prirodno prisutnih na vlaknu. Kutikula celuloznog vlakna, u kojoj se nalazi najveća količina prisutnih hidrofobnih nečistoća poput voskova i masti, predstavlja prirodnu barijeru enzimima pektinaze primjenjivanim u postupku bioiskuhavanja. Wang Q. et al. [22] pristupili su prolaženju adekvatnog rješenja za navedeni problem, pri čemu su ispitali mogućnost primjene niskotlačne i atmosferske DBD plazme kao preobrade. Rezultati ukazuju da primjena obje vrste plazmi pospješuje postupak bioiskuhavanja. Atmosferska DBD plazma posebice je prikladna za primjenu s obzirom na ekonomičnost i jednostavnost sustava te mogućnosti ugradnje u kontinuirani proces. Pregled različitih istraživanja primjene DBD atmosferske plazme kao preobrade na pamučnim uzorcima prikazan je u tablici 1.

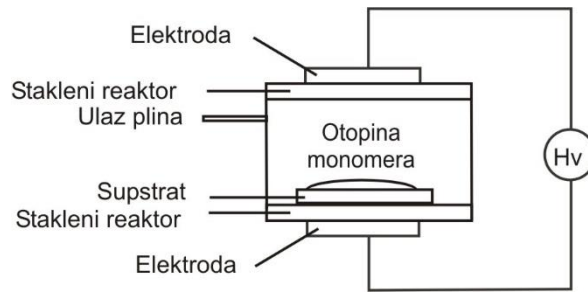
**Tablica 4:** Pregled različitih istraživanja primjene DBD atmosferske plazme u svrhu preobrade

Sirovinski sastav	Radni plin	Svrha	Postignuta svojstva	Ref.
pamuk, pamuk/PES	zrak, argon	pospješiti postupak tiska s prirodnim košenil bojilom	– povećanje sposobnosti kvašenja te čvrstoće – poboljšanje iscrpljenja bojila i postojanosti tiska	[23]
pamul	zrak, argon	pospješiti postupak bojadisanja	– povećanje iscrpljenja kiselog bojila	[24]
pamuk, viskoza	zrak, dušik, kisik	pospješiti ugradnju srebra iz otopine AgNO <sub>3</sub>	– homogena distribucija srebrovih nanočestica (dušikova plazma), – adsorpcija srebrovih iona (kisikova plazma), – adsorpcija srebrovih nanočestica i iona (plazma zraka)	[25]
pamuk/PES	zrak	pospješiti vezivanje srebra iz otopine AgNO <sub>3</sub> sa svrhom dobivanja antimikrobne učinkovitosti	– povećanje hidrofilitnosti, – pospješeno vezivanje srebra, – antimikrobna učinkovitost na bakterijske vrste staphylococcus aureus, escherichia coli i gljivicu candida albicans – postojanost obrade na uvjete pranja	[26]
pamuk, PES, PA	zrak, kisik, argon, helij	povećanje hidrofilitnosti i oleofilitnosti	– povećanje površinske energije, – povećanje hidrofilitnosti i oleofilitnosti,	[27]
pamuk/PES	zrak	pospješiti vezivanje mikrokapsula s Aloe verom (kozmetotekstilije)	– povećanje vezivanja mikrokapsula i do 200 %, – postojanost obrade	[28]

\* PES – poliesterska vlakna, PA – poliamidna vlakna

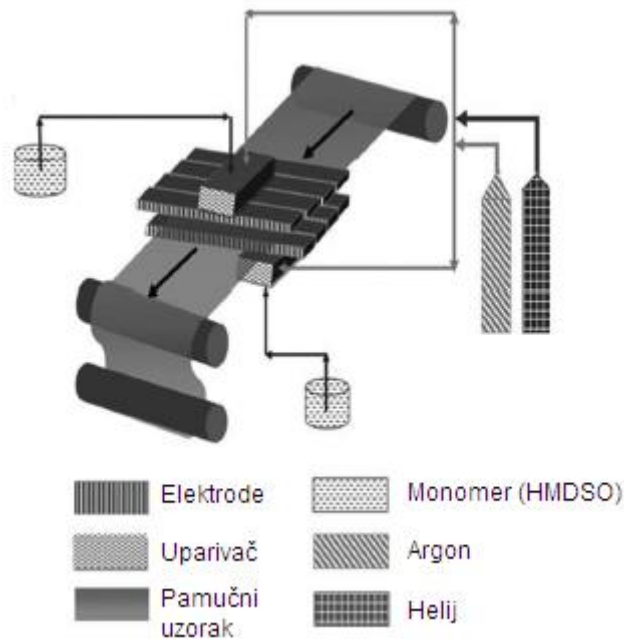
Uz primjenu DBD atmosferske plazme u svrhu preobrade, istraženi su i postupci direktne polimerizacije u plazmi. Molina, R. et al. [29] istražili su mogućnost postizanja hidrofobnog sloja na površini pamučnog supstrata *in situ* polimerizacijom tekućeg prekursora (monomera na bazi fluora u otopini etanola) u DBD plazmi. Uparivanje i polimerizacija tekućeg monomera u plazmi je kompleksan proces u kojemu dolazi do brojnih kemijskih i fizikalnih reakcija. Pražnjenjem unutar ili u kontaktu s tekućim prekursorom dolazi do stvaranja intenzivne UV radijacije te brojnih reaktivnih vrsta. Postupak polimerizacije je u potpunosti razrađen

primjenom niskotlačnog plazma sustava, a primjenom atmosferskih plazmi još se istražuje. U navedenom istraživanju, pamučni uzorci za sadržajem tekućeg prekursora direktno su uvedeni u sustav atmosferske DBD plazme, pri čemu je helij primijenjen kao radni plin (sl. 3).



**Slika 8:** Shematski prikaz primijenjenog sustava atmosferske DBD plazme [29]

Rezultati ukazuju na uspješno proveden proces *in situ* polimerizacije, pri čemu se promjenom koncentracije monomera u otopini etanola može direktno utjecati na količinu polimera nanesenog na površinu pamučnog supstrata. Palaskar, S. et al. [30] također su istražili mogućnost dobivanja hidrofobnog (vodoodbojnog) sloja na površini uzoraka iz mješavine pamuka i poliestera primjenom atmosferske DBD plazme. Razlika u postupku je u primjeni heksametilidisiloksana (HMDSO) kao tekućeg prekursora koji nije direktno nanesen na površinu supstrata, već je priključen na sustav plazme vanjskom jedinicom. Radni plinovi argon i helij primijenjeni su kao kerijeri, tj. kao prijenosnici uparenog tekućeg prekursora na površinu supstrata (sl. 4).



**Slika 9:** Shematski prikaz primijenjenog sustava DBD atmosferske plazme u prikladnog za kontinuiranu obradu uzoraka [30]

Rezultati ispitivanja kontaktnog kuta i vodoodbojnosti (sprej test) ukazuju na povećanu otpornost uzorka na pojedinačne kapi vode, a rezultati FT-IR analize na prisustvo Si-O-Si i Si-CH<sub>3</sub> skupina na površini supstrata. Dobivanje termičke otpornosti pamučnih uzoraka primjenom novih fosforamidnih monomera istražili su Edwards, B. et al. [31]. Postupak je uključivao sintezu novih monomernih spojeva koji su prethodno uranjanjem uzorka u kupelj nanoseni na pamučne supstrate. Rezultati ukazuju da primjenom argonove plazme dolazi do polimerizacije spojeva te nanašanja na površinu supstrata. Dobivena je povećana, ali ne i potpuna termička stabilnost ispitivanih uzoraka. Istraživanja ukazuju da postoji veliki potencijal primjene atmosferske DBD plazme u procesu polimerizacije, no sam proces je još potrebno istražiti.



Atmosferska DBD plazma primjenjuje se i na proteinskim vlaknima poput vune i svile. Svila je prirodno proteinsko vlakno koje sadrži ponavljajuće hidrofobne i hidrofilne polipeptidne jedinice. Hidrofilnost svilenih vlakana može se pospješiti predobradom s otopinama amina poput serina, glicina i asparaginske kiseline, a predobrada atmosferskom plazmom predstavlja jedan od alternativnih ekološki prihvatljivijih postupaka. Rani, K. V. et al. [32] dokazali su da predobrada DBD plazmom primjenom zraka kao radnog plina utječe na stvaranje dodatnih hidroksilnih skupina (-OH) koje utječu na povećanje hidrofilnih svojstava uzoraka svile.

Zanini, S. et al. [33, 34] istražili su djelovanje atmosferske DBD plazme primjenom dušika i mješavine zraka i vodene pare kao radnih plinova na uzorke kašmira i mješavine vune i kašmira. Rezultati ukazuju da djelovanjem plazme dolazi do nagrizanja vanjskog lipofilnog sloja masnih kiselina i funkcionalizacije površine. Obrada plazmom zraka sa sadržajem vlage povećala je sadržaj cistina, cistin monoksida i cistin dioksida što ukazuje na cijepanje i oksidaciju disulfidnih i tioesterskih skupina. Daljnjim istraživanjima potvrdili su reakcije površinske oksidacije i povećanje hidrofilnosti ispitivanih uzoraka.

Pored različitih obrada prirodnih materijala te materijala iz umjetnih vlakana dobivenih iz sintetskih polimera poput polipropilena [35, 36], poliamida 6.6 [37, 38], poliamida 6 [39], polietilen tereftalata [40, 41, 42] i aramida [43, 44, 45], zanimljiva je primjena DBD atmosferske plazme u pročišćavanju voda tekstilne industrije nakon procesa bojadisanja [46, 47, 48]. Bojila tekstilne industrije predstavljaju veliki onečišćivač voda posebice zbog kompleksne strukture i različitosti u kemijskom sastavu. Tichonovas, M. et al. [46] primijenili su postupak oksidacije zaostalog bojila nakon procesa bojadisanja primjenom DBD atmosferske plazme te zraka kao radnog plina. Rezultati istraživanja ukazuju da je primijenjenim postupkom moguće ukloniti i do 95 % različitih zaostalih bojila pri čemu, ovisno o vrsti bojila, nastaju produkti poput karboksilnih kiselina, nitrata, amida i amina, a ukupna toksičnost vode gotovo je u potpunosti smanjena. Niska potrošnja energija i velika brzina postupka čine ovu tehnologiju kompetitivnom u usporedbi sa konvencionalnim kemijskim metodama pročišćavanja.

### 3. Zaključak

Atmosferska plazma na bazi dielektričnog barijernog pražnjenja može se primijeniti na svim vrstama tekstilnih materijala u pogledu kemijskog sastava i strukture. Predobrada primjenom različitih radnih plinova, kroz plazma specifične kemijske i fizikalne reakcije, utječe na čišćenje površine, povećanje broja hidrofilnih funkcionalnih skupina, povećanje slobodne površinske energije i nagrizanje površine. Navedeni procesi utječu na povećanje hidrofilnosti, ali i afiniteta prema drugim organskim i anorganskim česticama. Na taj način moguće je pospješiti adsorpciju i difuziju bojila u vlakno, odn. proces bojadisanja i tiska, bioiskuhavanje, učinkovitost antimikrobnih obrada, vezivanje mikrokapsula te druge procese mokrog oplemenjivanja i funkcionalnih obrada. Veliki potencijal ima i primjena procesa diektrne polimerizacije u plazmi koja je trenutno u centru istraživanja. Primjena DBD atmosferske plazme može predstavljati i moguće rješenje problema otpadnih voda tekstilne industrije, posebice nakon procesa bojadisanja.

### Literatura

- [1] Kale, K. H., Desai, A. N.: Atmospheric pressure plasma treatment of textiles using non-polymerising gases, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, **36** (2011), pp. 289-299, ISSN 0971-0426
- [2] Shahidi, S., Ghoranneviss, M., Moazzenchi, B.: Application of plasma in different branches of industries, *Proceedings of The 4<sup>th</sup> RMUTP International Conference: Textiles & Fashion*, Bangkok, Thailand, July, 2012, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
- [3] Shishoo, R.: *Plasma technologies for textiles*, Published by Woodhead Publishing Limited in association with Textile Institute, Abington Hall, Abington, ISBN: 978-1-84569-073-1, Cambridge, England, (2007)
- [4] Kutlu, B. Cireli, A.: *Plasma technology in textile processing*, Dokuz Eylul University, Textile Engineering Department, 35100, Bornova-IZMIR.
- [5] Fridman, A.: *Plasma Chemistry*, Cambridge University Press, ISBN 0521847354, New York, (2008)
- [6] Sparavigna, A.: Plasma treatment advantages for textiles, (2008), *arXiv preprint arXiv:0801.3727*.
- [7] Tendero, C. et al.: Atmospheric pressure plasmas: A review, *Spectrochimica Acta Part B*, **61** (2006), pp. 2-30, ISSN 0584-8547
- [8] Kachi, M., Dascalescu, L.: Corona discharges in asymmetric electrode configurations, *Journal of Electrostatics*, **72** (2014) 1, pp. 6-12, ISSN 0304-3886
- [9] Brandenburg, R.: Dielectric barrier discharges: progress on plasma sources and on the understanding of regimes and single filaments, *Plasma Sources Science and Technology*, **26** (2017), pp. 1-29, ISSN 0963-0252

- [10] Li, X., et al.: Generation of a planar direct-current glow discharge in atmospheric pressure air using rod array electrode, *Scientific Reports*, **7** (2017), pp. 2672-2678, ISSN 2045-2322
- [11] Winter, J. et al.: Atmospheric pressure plasma jets: an overview of devices and new directions, *Plasma Sources Sci. Technol.*, **24** (2015), pp. 064001-064020, ISSN 0963-0252
- [12] Nema, S. K., & Jhala, P. B. *Plasma technologies for textile and apparel*, WPI India, ISBN 978-93-80308-95-1, New Delhi. (2015).
- [13] Kogelschatz, U., Eliasson, B.: Fundamentals and applications of dielectric-barrier discharges, In HAKONE VII Int. Symp. On High Pressure Low Temperature Plasma Chemistry, Greifswald, 2000.
- [14] Kogelschatz, U.: Dielectric-barrier discharges: their history, discharge physics, and industrial applications, *Plasma chemistry and plasma processing*, **23** (2003) 1, pp. 1-46, ISSN 0272-4324
- [15] Subedi, D., Joshi, U., & Wong, C.S.: Dielectric Barrier Discharge (DBD) Plasmas and Their Applications, in *Plasma Science and Technology for Emerging Economies (Ed: Rawat, R.)* Springer, Singapore, 2017, 693-737.
- [16] A new alternative for better modification of medical surfaces and textiles, technical paper, *Europlasma*, (2004), Oudenaarde, Belgium.
- [17] Buyle, G.: Nanoscale finishing of textiles via plasma treatment, *Materials Technology*, **24** (2009) 1, pp. 46-51, ISSN 1066-7857
- [18] Nickerson, R: Plasma surface modification for cleaning and adhesion, Polymers laminations and coatings conference, (1998), TAPPI PRESS, pp. 1101-1108
- [19] Hossain, M. M.: Plasma technology for deposition and surface modification (Vol. 4), (2008), Logos Verlag Berlin GmbH.
- [20] Karahan, H. A., & Özdoğan, E. Improvements of surface functionality of cotton fibers by atmospheric plasma treatment. *Fibers and polymers*, **9** (2008) 1, pp. 21-26, ISSN 1229-9197
- [21] Navik, R., Dalvi, A., Naikwade, M., & Cai, Y.: Effect of Dielectric Barrier Discharge Parameters on Certain Properties of Natural Polymeric Material (Cotton) Fiber, *American Journal of Polymer Science & Engineering*, **3** (2015) 2, pp. 183-197, ISSN 2575-5986
- [22] Wang, Q. et al.: Plasma-aided cotton bioscouring: Dielectric barrier discharge versus low-pressure oxygen plasma, *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, **29** (2009) 5, pp. 399-409, ISSN 1572-8986
- [23] Ahmed, H.M.: Treatment of Cotton Fabric with Dielectric Barrier Discharge (DBD) Plasma and Printing with Cochineal Natural Dye, *Indian Journal of Science and Technology*, **10** (2017) 10, ISSN 0974-5645
- [24] Karahan, H.A et al.: Effects of atmospheric plasma treatment on the dyeability of cotton fabrics by acid dyes, *Coloration Technology*, **124** (2008), pp. 106-110, ISSN 1478-4408
- [25] Prsyazhnyi, V. et al.: Silver incorporation on viscose and cotton fibers after air, nitrogen and oxygen DBD plasma pretreatment, *Cellulose* **20** (2013), pp. 315-325, ISSN 0969-0239
- [26] Kostić, M. et al.: Silver-Loaded Cotton/Polyester Fabric Modified by Dielectric Barrier Discharge Treatment, *Plasma Processes and Polymers*, (2009) 6, pp. 58-67, ISSN 1612-8869
- [27] Kartick, K.S.: Improvement in water and oil absorbency of textile substrate by atmospheric pressure cold plasma treatment, *Surface & Coatings Technology*, **203** (2009), pp. 1336-1342, ISSN 0257-8972
- [28] Nascimento do Carmo, et al.: Plasma-assisted deposition of microcapsule containing Aloe vera extract for cosmeo-textiles, *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, **254** (2017), pp. 122007
- [29] Molina, R. et al.: Hydrophobic Coatings on Cotton Obtained by In Situ Plasma Polymerization of a Fluorinated Monomer in Ethanol Solutions, *ACS applied materials & interfaces*, **9** (2017) 6, pp. 5513-5521, ISSN 1944-8244
- [30] Palaskar, S. et al.: Dielectric barrier discharge plasma induced surface modification of polyester/cotton blended fabrics to impart water repellency using HMDSO, *Journal of Applied Polymer Science*, **122** (2011) 2, pp. 1092-1100, ISSN 1097-4628
- [31] Edwards, B. et al.: Towards flame retardant cotton fabrics by atmospheric pressure plasma-induced graft polymerization: synthesis and application of novel phosphoramidate monomers, *Surface and Coatings Technology*, **209** (2012), pp. 73-79, ISSN 0257-8972
- [32] Rani, K. V. et al.: Optimization and surface modification of silk fabric using DBD air plasma for improving wicking properties, *The Journal of The Textile Institute*, (2017), pp. 1-8, ISSN 0040-5000
- [33] Zanini, S. et al.: Characterization of atmospheric pressure plasma treated pure cashmere and wool/cashmere textiles: Treatment in air/water vapor mixture. *Applied Surface Science*, **349** (2015), pp. 235-240, ISSN 0169-4332
- [34] Zanini, S. et al.: Characterization of atmospheric pressure plasma treated wool/cashmere textiles: Treatment in nitrogen, *Applied Surface Science*, **427** (2018), pp. 90-96, ISSN 0169-4332
- [35] Fang, Z., et al. Comparison of surface modification of polypropylene film by filamentary DBD at atmospheric pressure and homogeneous DBD at medium pressure in air, *Journal of Physics D: Applied Physics*, **42** (2009) 8, pp. 085204, ISSN 0022-3727

- [36] Yaman, N. et al.: Plasma treatment of polypropylene fabric for improved dyeability with soluble textile dyestuff, *Applied surface science*, **255** (2009) 15, pp. 6764-6770, ISSN 0169-4332
- [37] Oliveira, F. R., Zille, A., & Souto, A. P.: Dyeing mechanism and optimization of polyamide 6, 6 functionalized with double barrier discharge (DBD) plasma in air, *Applied Surface Science*, **293** (2014), pp. 177-186, ISSN 0169-4332
- [38] Oliveira, F. R. et al.: Reuse of effluent from dyeing process of polyamide fibers modified by double barrier discharge (DBD) plasma, *Desalination and Water Treatment*, **57** (2016) 6, pp. 2649-2656, ISSN 1944-3994
- [39] Ahmed, H. M., & Rashed, U. M.: Enhancing Ink Jet Printability & Antibacterial Properties of Polyamide 6 Fabric Using DBD Plasma, *Journal of Polymer Materials*, **32** (2015) 4, pp. 373, ISSN 09738622
- [40] De Geyter, N., Morent, R., & Leys, C.: Penetration of a dielectric barrier discharge plasma into textile structures at medium pressure. *Plasma Sources Science and Technology*, **15** (2006) 1, pp. 78-84, ISSN 0963-0252
- [41] Onsuratoom, S. et al.: Silver loading on DBD plasma-modified woven PET surface for antimicrobial property improvement, *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, **30** (2010) 1, pp. 191-206, ISSN 0272-4324
- [42] Takke, V. et al.: Studies on the atmospheric air-plasma treatment of PET (polyethylene terephthalate) woven fabrics: Effect of process parameters and of aging, *Journal of applied polymer science*, **114** (2009) 1, pp. 348-357, ISSN 1097-4628
- [43] Jia, C. et al.: Surface treatment of aramid fiber by air dielectric barrier discharge plasma at atmospheric pressure, *Applied Surface Science*, **257** (2011) 9, pp. 4165-4170, ISSN 0169-4332
- [44] Xi, M. et al.: Surface modification of aramid fiber by air DBD plasma at atmospheric pressure with continuous on-line processing, *Surface and Coatings Technology*, **202** (2008) 24, pp. 6029-6033, ISSN 0257-8972
- [45] Gu, R. et al.: Surface treatment of para-aramid fiber by argon dielectric barrier discharge plasma at atmospheric pressure, *Applied Surface Science*, **258** (2012) 24, pp. 10168-10174, ISSN 0169-4332
- [46] Tichonovas, M. et al.: Degradation of various textile dyes as wastewater pollutants under dielectric barrier discharge plasma treatment, *Chemical Engineering Journal*, **229** (2013), pp. 9-19, ISSN 1385-8947
- [47] Shang, K. et al.: Effect of persulfate on the degradation of Acid Orange 7 (AO7) by dielectric barrier discharge plasma, *Topics in Catalysis*, (2017), pp. 1-7, ISSN 1022-5528
- [48] Reddy, P. M. K. et al.: Degradation and mineralization of methylene blue by dielectric barrier discharge non-thermal plasma reactor, *Chemical Engineering Journal*, **217** (2013), pp. 41-47, ISSN 1385-8947

## Zahvala

Ovaj je rad financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom (IP-2016-06-5278).

## Autor(i):

Jelena PERAN, mag. ing. techn. text.:

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a

HR-10000 Zagreb:

Tel: +(385) (1) 3712 524

Fax: +(385) (1) 3712 599

E-mail: jperan@ttf.hr

doc. dr. sc. Sanja ERCEGOVIĆ RAŽIĆ:

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a

HR-10000 Zagreb:

Tel: +(385) (1) 3712 523

Fax: +(385) (1) 3712 5299

E-mail: sanja.ercegovic@ttf.hr

Katarina IŠTEF, prvostupnica (baccalaurea) tekstilne tehnologije i inženjerstva

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a

HR-10000 Zagreb:

E-mail: istefkatarina@gmail.com



---

**STRUČNI RADOVI**

---

**PROFESSIONAL PAPERS**

## UPCYCLING METODA KAO PRIMJER DOBRE PRAKSE U ODRŽIVOJ MODI

### UPCYCLING METHOD AS AN EXAMPLE OF GOOD PRACTICE IN A SUSTAINABLE FASHION

Irena ŠABARIĆ; Franka KARIN & Martina LEGIN

**Sažetak:** Sve veća svijest o održivom razvoju i održivoj modi traži nove načine proizvodnje odjeće. Dosadašnja proizvodnja brze mode nije u skladu s održivim razvojem te se javlja spora moda. Naglasak je na produljenju životnog vijeka proizvoda, smanjenju otpada, smanjenju zagađenja okoliša i slično. U skladu s tim javljaju se nove metode u dizajnu i modeliranju odjeće. Jedna od metoda je „upcycling“ u kojoj se prenamjenom i redizajniranjem dobivaju novi odjevni predmeti od postojećih. U eksperimentalnom dijelu istraživala se „upcycling“ metoda. U rezultatima rada prikazana su četiri odjevna predmeta odabranom metodom. Odjevni predmeti su prenamijenjeni, produženi im je životni vijek i estetski su privlačni.

**Abstract:** The increasing awareness about sustainable development and sustainable fashion seeks for new clothes production techniques. Slow fashion is being used more often, due to former fast fashion not being in accordance with sustainable development. Emphasis is on the prolonging life span of products, reducing waste and reducing environmental pollution. According to that, new methods of design and clothes modeling are occurring. One of the methods is called 'upcycling', in other words converting and redesigning old pieces of clothing into new ones. This method is researched in the experimental part. In the results, four pieces of clothing are presented by the chosen method. Pieces of clothing are redesigned, their life span is prolonged and they are aesthetically appealing.

**Ključne riječi:** održiva moda, upcycling, brza moda, spora moda, second hand.

**Keywords:** sustainable fashion, upcycling, fast fashion, slow fashion, second hand.

#### 1. Uvod

Pojam održivi razvoj iz kojega proizlazi održiva moda, kompleksan je i vezan za gospodarske, sociološke i ekološke aspekte koji osiguravaju zadovoljstvo sadašnjih i budućih generacija [1]. S porastom proizvodnje koja sve više raste došlo je do povećane konzumacije mode čime se povećavaju i resursi, iz čega se razvio novi pojam „brza moda“. Povezana je s porastom proizvodnje tkanina jer uključuje efikasne proizvodne procese odjevnih predmeta, porast konzumacije odjevnih predmeta i njihovo kratko vrijeme korištenja. Velika količina tekstila u proizvodnji posljedica je modnih trendova koji se brzo mijenjaju. Povećana proizvodnja svakodnevno uzrokuje veću količinu otpada. Istraživanja su pokazala da prilikom primjene klasične metode krojenja i šivanja ovisno o modelu odjevnog predmeta otpad tekstilnog materijala iznosi od 10 do 20 % [2]. Odgovornost prema navedenoj problematici snose i potrošači. Upravo potrošači prihvaćaju porast masovne proizvodnje, brzu izmjenu modnih trendova, trošenje prirodnih resursa i novonastalu „brzu modu“ [3]. Kao posljedica razvili su se novi smjerovi u modi i način na koji se dizajnira i proizvodi odjeća. Naglasak je na održivosti mode, produljenju životnog vijeka proizvoda i potpuno iskorištenje tekstilne tkanine. Zero waste, upcycling moda i „second – hand“ odjeća novi su pristupi koji uvode promjene u dosadašnju tekstilnu i modnu industriju.

#### 2. Održiva moda

Održiva moda i drugačiji pristup u proizvodnji započeo je 1970-ih godina. Razmišljanje je usmjereno na ljude, ekologiju i profit na način koji je održiv [4]. Definicija održive mode je promišljanje životnog vijeka proizvoda, uzimaju se u obzir svi segmenti ciklusa: dizajn, proizvodnja, logistika, prodaja, korištenje, odlaganje. Fokusirana je na korištenje odjevnog predmeta i na kraj njegovog životnog vijeka. [4] Neki od načina produženja životnog vijeka proizvoda su prenamjena, redizajn ili reciklaža. Pobornici održive mode na taj način potiču potrošače da ne stvaraju otpad. Uz održivu modu nadovezuju se pojmovi „brza“ i „spora“ moda.

##### 2.1 Brza i spora moda

„Brza moda“ vezana je uz masovnu proizvodnju odjevnih predmeta u kratkom vremenskom razdoblju diktirana brzo izmjenjivim modnim trendovima. Tako proizvedeni odjevni predmeti kratkog su vijeka trajanja i smanjene

kvalitete. Ubrzo ih zamjenjuje novi trend i novi predmet [4]. To vodi do zaključka kako masovna industrijska proizvodnja izbacuje na tržište sve veći broj jednokratnih proizvoda. Cilj je ekonomski rast koji je neprestano u kontinuitetu, to se postiže upotrebom jeftinih tekstilnih materijala i jeftinom radnom snagom koja u kratkom vremenskom periodu ostvaruje proizvodnju velikog volumena [4]. Potpuna suprotnost u odnosu na „brzu modu“ je „slow fashion“ ili „spora“ moda u kojoj nema mjesta za masovnu proizvodnju kao ni za globalizirane trendove. Proizvodni proces kreće se sporijom brzinom [4]. Dizajnu se pristupa promišljeno jer se ne podliježe modnim trendovima. Njeguje se utjecaj na društvo i okoliš, naglasak jena kvaliteti i produžuje se životni vijek odjevnih predmeta što stvara manje otpada.

## 2.2 „Upcycling“

Sukobljene činjenice i ciljevi između „brze“ i „spore“ mode ukazuju na problematiku iz koje se razvijaju alternativne metode važne za održivost mode. Jedna je „upcycling“ koja se bavi prenamjenom odjevnih predmeta u nešto korisno i drugačije od prvotne namjene. Proizvod ne postaje otpadom, nije jednokratni i podiže se njegova vrijednost [5]. „Upcycling“ metoda budi svijest o tekstilnom otpadu, smanjuje ga i na taj način zbrinjava višak tekstilnog materijala koji nazivamo pred-potrošački otpad. On nastaje tijekom proizvodnog procesa [6]. Naglasak je na ekologiji i ekološkoj računici jer se umjesto kupnje novih tekstilnih proizvoda ili bacanja starih odjevnih predmeta, postojeći prenamjenjuju [6].

## 2.3 „Second hand“ odjeća

Reciklaža i prenamjena gotovih odjevnih predmeta kojima se sprječava „brza moda“ upitne kvalitete povezana je sa „second hand“ odjećom.

„Second hand“ odjeća dobiva sve veću popularnost što dokazuje veliki broj trgovina koje prodaju isključivo rabljene proizvode. Pripadnici „mod“ subkulture kupovali su rabljenu odjeću u kojoj su prepoznali kvalitetu tekstilne tkanine i kvalitetu izrade. Na taj način razvijali su individualnost i izdvajali se iz mase [7]. „Second hand“ odjeća počela je dobivati na vrijednosti. Drugačiji način kupovine, nesvakidašnji pristup modi, jedinstvenost stila, povijesne vrijednosti, društvena interakcija, kvalitete su koje pružaju „second hand“ trgovine [8].

## 3. Eksperimentalni dio

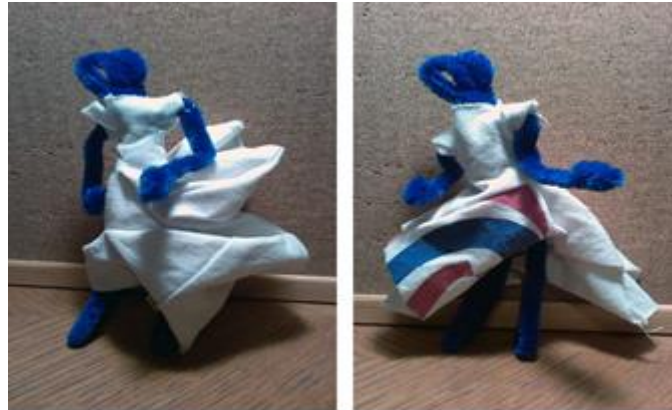
Dizajniranje odjevnih predmeta prema metodi „upcycling“-a nepredvidljiva je i eksperimentalna. Teško je u potpunosti predvidjeti konačan izgled odjevnog predmeta. Često na ishod utječe ograničenje tekstilnog materijala koji je nepravilnog oblika jer se koristi postojeći odjevni ili tekstilni proizvod. Naglasak je na kreativnosti i unikatnosti.

### 3.1 Haljina od navlake za pokrivač

Navlaka za pokrivač 140 cm duple širine x 200 cm duljine iskorištena je za izradu haljine inspirirane metodom krojenja „subtraction cutting“ (krojenje oduzimanjem).



**Slika 1:** a) Prednji dio navlake za pokrivač i kroja za 'subtraction cutting' haljinu; b) Stražnji dio navlake za pokrivač i kroja za 'subtraction cutting' haljinu



**Slika 2:** Testiranje dvije varijacije kroja u mjerilu 1:10

Izrađen je kroj s malim kimono rukavima, ostaci materijala su izrezani krugovi, koji se mogu kreativno iskoristiti za druge projekte. Iz postojeće tekstilne sirovine iskrojani su prednji i stražnji dio haljine do struka s kratkim kimono rukavima i jedan par krugova veličine opsega struka te dva para krugova veličine opsega bokova. Proces šivanja odvija se na način da se izrezani krugovi preklope i sašiju s unutarnje strane kako bi se dobili „tuneli“ kroz koje se provlači tijelo dok se ne dođe do gornjeg dijela haljine s otvorima za ruke [9].

### 3.2 T-shirt majce

Dvije T-shirt majce prenamijenjene su na dva načina. Prva T-shirt majca zaokrenuta je za cca 45 stupnjeva u desno, desni rukav je pretvoren u džep, otvor za glavu u desni rukav, lijevi rukav u otvor za glavu, a novi prorez je napravljen kao lijevi rukavni izrez.

Druga T-shirt majca zaokrenuta je za 180 stupnjeva, proširen je vratni izrez kako bi pao na bokove, rukavi su zašiveni kao džepovi, zarezani su prorezi s obje strane kao novi rukavni izrezi, a od ostatka starog vratnog izreza napravljene su naramenice. Kao detalj s prednje strane dodan je šareni kružni komad platna, ostatak od haljine koja je napravljena od navlake za pokrivač [9].

### 3.3 Mini suknja kao majca

Mini suknja preokrenuta je i pretvorena u majcu. Rukavni izrezi napravljeni su s obje strane i našiven je uzdužni komad skaja koji je uzet sa stare jakne [9].

## 4. Rezultati rada



**Slika 3:** „Upcycling“ haljina „subtraction cutting“ kroja



a.



b.

Slika 4: a - Prva t-shirt majica nakon „upcycling“-a, b - Druga t-shirt majica nakon „upcycling“-a



Slika 5: Mini suknja postala je majica

## 5. Zaključak

Proizvodnja odjeće još uvijek je bazirana na „brzoj“ modi koja proizvodi jednokratne odjevne predmete iako se vidi pomak u usklađivanju s postavkama održivog razvoja. U tom procesu potrošači mogu imati veliki utjecaj i odlučivati kako će se moda razvijati. Odabirom odjevnih predmeta koji garantiraju kvalitetu i dugotrajniji životni vijek, razvija se svijest o zbrinjavanju otpada materijala koji nastaju tijekom proizvodnje. Kroz rad je prikazana „upcycling“ metoda koja je jedan od načina dizajniranja i modeliranja odjeće. Provedenim istraživanjem u krojenju i modeliranju navedenom metodom dobiveni su unikatni odjevni predmeti koji su dobili novu vrijednost,



produženog su vijeka trajanja i postaju ponovno atraktivni. Ovom metodom svakom odjevnom predmetu pristupa se na drugačiji način i dobivaju se unikatni rezultati koji su dobar temelj za daljnje istraživanje.

## Literatura

- [1] Pavić-Rogošić, L.: Globalni ciljevi održivog razvoja do 2030. – Izvještaj sa skupa 29. listopada, 2015., ODRAZ – Održivi razvoj zajednice, Zagreb, studeni 2015.
- [2] Allwood, L.; Rodriguez, B.: Well dressed? The present and future sustainability of clothing and textiles in the United Kingdom., University of Cambridge Institute for Manufacturing, Velika Britanija, 2006.
- [3] Lavergne, Michael, FIXING FASHION – Rethinking the Way We Make, Market and Buy Our Clothes, New Society Publishers, Canada, 2015.
- [4] Niinimäki, Kirsi, Sustainable fashion: New approaches, Aalto University publication series, Aalto ARTS Books, Helsinki, Finska, 2003.
- [5] Holly McQuillan, 2015; <https://hollymcquillan.com/>
- [6] Stewart, Beth, 08.05.2014.; <http://www.triplepundit.com/special/sustainable-fashion-2014/upcycling-new-wave-sustainable-fashion/>
- [7] Vermeer, Danielle L, 08.09.2014; <http://daniellevermeer.com/blog/upcycled-fashion-companies>
- [8] Han, Jinhee, Understanding second-hand retailing, Iowa State University, 2013.; <http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4643&context=etd>
- [9] Legin, Martina, Projektiranja kolekcije na temu održive mode, diplomski rad, Zagreb, rujan, 2016.

## Autori:

Doc.dr.sc. Irena ŠABARIĆ  
Sveučilište u Zagrebu tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: + (385) (1) 3712 554

E mail: [irena.sabarić@tff.hr](mailto:irena.sabarić@tff.hr)

Mag. Ing. Franka KARIN  
Sveučilište u Zagrebu tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: + (385) (1) 3712 554

E mail: [franka.karin@tff.hr](mailto:franka.karin@tff.hr)

Mag. Ing. Martina LEGIN

E mail: [martinaleg@gmail.com](mailto:martinaleg@gmail.com)

## SVOJSTVA PREĐA KOJE PRIMJENU NALAZE U AMBALAŽI PREHRAMBENIH PROIZVODA

### PROPERTIES OF THE YARNS USED IN FOOD PACKAGING

Ivana SALOPEK ČUBRIĆ; Marina FILIPOVIĆ & Martina JUKIĆ

**Sažetak:** *Uloga ambalaže je da, kroz adekvatnu kombinaciju materijala, oblika i grafičkog rješenja zaštiti kvalitetu proizvoda od svih čimbenika kvarenja, te pospješi prezentaciju i prodaju proizvoda. U ovom su istraživanju ispitana su fizikalno-mehanička svojstva 12 pređa koje se koriste u ambalaži čajeva i to: finoća, promjer, rastezna svojstva u suhom stanju, te rastezna svojstva u mokrom stanju. Pređe su fotografirane digitalnim mikroskopom te je komentiran izgled s obzirom na boju i vidljivu prisutnost nečistoća i stranih primjesa. Provedena ispitivanja fizikalno-mehaničkih svojstava pređa, te usporedba s cijenom promatranog proizvoda, dovele su do zaključka da ne postoji korelacija između kvalitete pređe i cijene predmetnog proizvoda.*

**Abstract:** *The role of the packaging is that, through an adequate combination of materials, shapes and graphic solutions, it protects the quality of the products from all the defective factors and promotes the presentation and sale of the product. This study investigated the physical-mechanical properties of 12 yarns used in tea packaging: count, diameter, and tensile properties measured in dry and wet condition. Also, the yarns were photographed by a digital microscope and the appearance with regard to the color and the visible presence of impurities and foreign particle is commented. The results of the physical-mechanical properties and the comparison with the price of the observed product led to the conclusion that there is no correlation between the quality of yarns and the price of the product concerned.*

**Ključne riječi:** *pređa, finoća, debljina, rastezna svojstva, ambalaža*

**Keywords:** *yarn, count, diameter, tensile properties, packaging.*

#### 1. Uvod

Uloga ambalaže je da, kroz adekvatnu kombinaciju materijala, oblika i grafičkog rješenja, primarno zaštiti kvalitetu proizvoda od svih čimbenika kvarenja, te sekundarno pospješi prezentaciju i prodaju proizvoda. S obzirom na vrstu materijala iz kojeg je izrađena, ambalaža može biti drvena, metalna, staklena, tekstilna, polimerna, papirna i kartonska, višeslojna i dr. [1]. Ambalaža se može podijeliti na osnovu različitih parametara, kao što su vrsta ambalažnog materijala, osnovna namjena, trajnost i osnovne funkcije.

Niz je odrednica pojma ambalaže koji istu promatraju s različitih aspekata i to: aspekta proizvodnje, zaštite i čuvanja, konstrukcije ili ekonomičnosti. Materijali koji se koriste u ambalaži, posebno kod ambalaže prehrambenih proizvoda, moraju udovoljavati određenim normama i pravilima kako ne bi ugrozili kvalitetu hrane, a time i zdravlje potrošača. U današnje vrijeme, ambalaže su uglavnom izrađene od različitih materijala istovremeno, kako bi se iskoristile najbolje funkcionalne i estetske prednosti svakog od njih. Osim samih svojstava, bitan je i estetski izgled ambalaže koji ima značajan psihološki utjecaj na kupca kod odabira i kupnje proizvoda [1, 2].

U ovom je radu interes usmjeren na pređe koje se koriste u ambalaži čajeva pakiranih u vrećice izrađene od netkanog tekstila. Pritom se primjenjuju različiti načini pričvršćivanja pređe za vrećicu čaja i papirnatu oznaku i to pričvršćivanje čvorom, spojnicom ili vezivanjem (sl. 1). Proizvodnjom vrećica za pakiranje čajeva i pređa koje se na navedene vrećice pričvršćuju bavi se nekoliko tvrtki u Europi, primjerice Nikol Weber, Interfil i Coats [3-5]. Prema dostupnim podacima, za navedenu svrhu primjenjuju končane pređe izrađene iz različitih vlakana, primjerice polipropilena, poliacetata i pamuka. Prilikom proizvodnje i pripreme pređa za njihovu primjenu, moguće je dodatno tretiranje pamučnih vlakana kako bi se zaštitile od plijesni, provođenje postupka kuhanja i sterilizacije, te nanošenje sloja jestivih ulja i voskova [4].

Iako se odluka o kupnji čajeva uglavnom temelji na svojstvima ambalaže, nego vrsti i okusu čaja, cilj ovog rada je istražiti fizikalno-mehanička svojstva pređa koje koriste proizvođači čajeva za pakiranje istih, usporediti navedena svojstva, te utvrditi jesu li vrijednosti istih u korelaciji s cijenom konačnog proizvoda.



a.

b.

c.

**Slika 1:** Načini pričvršćivanja pređa za vrećicu s punjenjem čaja: a. čvorom, b. spojnicom, c. vezivanjem [6]

## 2. Eksperimentalni dio

Za ispitivanje su korištene pređe iz 12 različitih kutija čajeva. Karakteristike koje su navedene na ambalaži dane su u tablici 1. S obzirom na cijenu proizvoda, uzorci su podijeljeni u kvartile, od kojih kvartil I predstavlja cjenovno najjeftinije uzorke, a kvartil IV cjenovno najskuplje uzorke.

**Tablica 1:** Karakteristike uzoraka

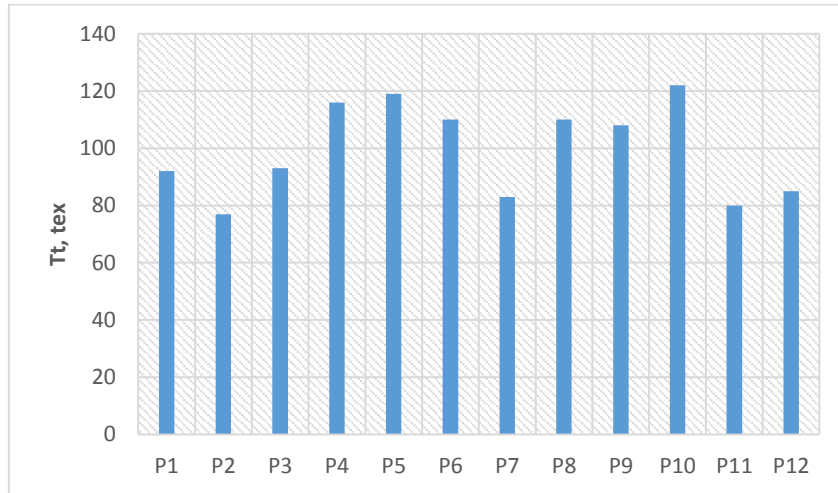
Br.	Oznaka	Opis pakiranja		Zemlja porijekla	Cjenovni kvartil
		Broj vrećica čaja u kutiji	Neto masa		
1	P1	20	30g (1 vrećica=1,5g)	Hrvatska	III
2	P2	25	56,25g (1 vrećica= 2,25g)	Njemačka	I
3	P3	20	20g (1vrećica=1g)	Hrvatska	II
4	P4	20	44g (1vrećica=2,2g)	BiH	IV
5	P5	20	20g (1vrećica=1g)	BiH	II
6	P6	20	44g (1vrećica=2,2g)	Srbija	IV
7	P7	20	20g (vrećica 1g)	Hrvatska	I
8	P8	20	60g (vrećica 3g)	Hrvatska	I
9	P9	20	30g (vrećica 1,5g)	Hrvatska	II
10	P10	20	30g (vrećica 1,5g)	Makedonija	III
11	P11	20	40g (vrećica 2g)	Hrvatska	III
12	P12	25	43,75g (vrećica 1,75g)	Njemačka	IV

U sklopu ovog rada, ispitana su sljedeća svojstva pređa: finoća, promjer, rastezna svojstva u suhom stanju i rastezna svojstva u mokrom stanju. S obzirom da su uzorci uzimani iz originalnih pakiranja čajeva, finoća pređe određivana je na duljini od 100 mm, prema proceduri koju navodi norma ISO 2060 [7]. Promjer pređa određen je primjenom digitalnog mikroskopa Dino-Lite PRO i adekvatnog softvera, uz povećanje 50x. Na dinamometru Statimat njemačke tvrtke Textechno provedeno je ispitivanje rasteznih svojstava pređa. Ispitivanje je provedeno primjenom sljedećih metoda:

- metoda A - ručno ispitivanje, uzorci su direktno uzimani iz pakiranja i
- metoda D - ručno ispitivanje, uzorci su uzimani nakon močenja [8].

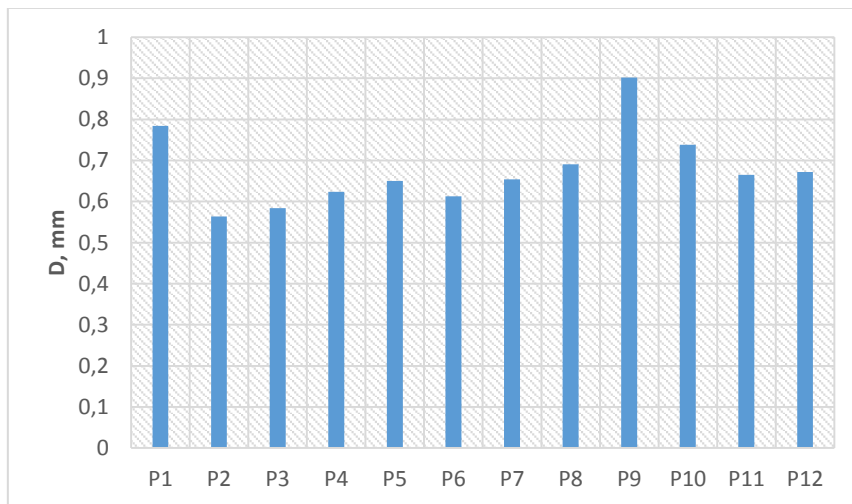
### 3. Rezultati i rasprava

U nastavku su prikazani rezultati ispitivanja finoće pređe (sl. 2), promjera pređe (sl. 3), te prekidne sile i istežanja pređe mjereno primjenom metode A i metode D (sl. 4 i sl. 5). Također, prikazani su koeficijenti korelacije ispitanih svojstava s cijenom proizvoda (tab. 2) i fotografije uzoraka snimljene digitalnim mikroskopom (tab.3).



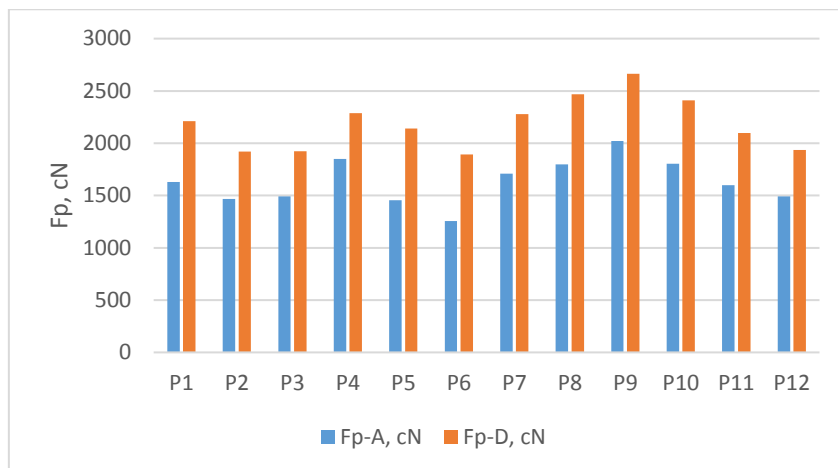
**Slika 2:** Finoća končanih pređa

S obzirom na prikazane izmjerene vrijednosti finoća odabranih uzoraka, uočava se da su iste u rasponu 78 - 120 tex. Pritom je najfiniji uzorak P2, a najgrublji uzorak P10. Na slici 3 prikazane su izmjerene vrijednosti promjera promatranih uzoraka. Uočava se da su vrijednosti promjera u rasponu 0,57 - 0,90 mm. Pri tome, uzorak P9 ima najveći promjer (0,9 mm), dok uzorak P2 ima najmanji promjer (0,56 mm).

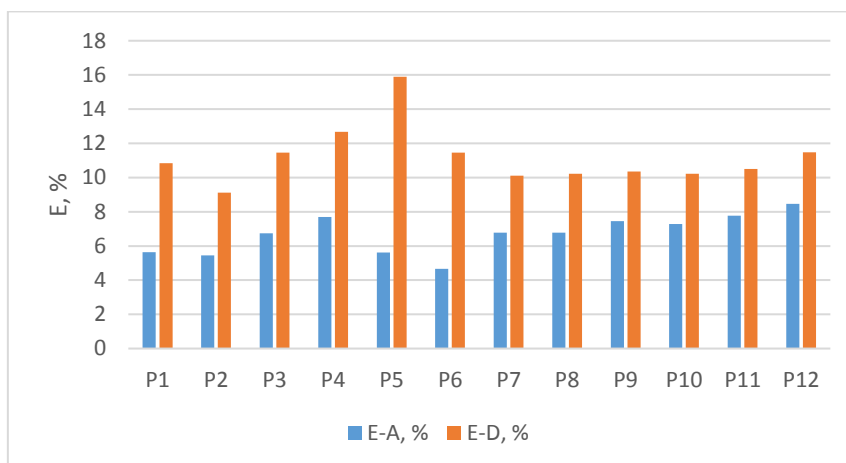


**Slika 3:** Promjer pređa

Vrijednosti prekidnih sila uzoraka mjenjenih u suhom stanju, sukladno metodi A, u rasponu su 1257 cN - 2021 cN. Za sve promatrane uzorke, prekidna sila u mokrom, odnosno primjenom metode D, se povećava. Tako su vrijednosti prekidne sile u mokrom stanju u rasponu 1894 cN - 2664 cN. Najmanja vrijednost prekidne sile izmjerena je za uzorak P6, i to i u suhom i u mokrom stanju (odnosno, primjenom obje metode ispitivanja). Nasuprot tome, najviše su vrijednosti zabilježene za uzorak P9 i to ponovo kod primjene obje navedene metode. Što se tiče vrijednosti prekidnog istežanja uzoraka u suhom stanju, iste su u rasponu 4,67% - 8,67%. Najmanje prekidno istežanje izmjereno je za uzorak P6, a najviše za uzorak P12. Vrijednosti prekidnog istežanja u mokrom stanju su u rasponu od 9,11% do 15,9%. Usporede li se navedene vrijednosti s vrijednostima prekidnog istežanja u suhom stanju, dolazi se do zaključka da je povećanje značajno, osobito za uzorke P5 i P6.



**Slika 4:** Prekidna sila pređa ispitanih metodom A (Fp-A) i metodom D (Fp-D)



**Slika 5:** Prekidno istezanje pređa ispitanih metodom A (E-A) i metodom D (E-D)

Usporede li se prethodno komentirana svojstva odabranih i ispitanih pređa s cijenom proizvoda (odnosno cjenovnim kvartilima navedenim u tab. 1), zaključuje se da cijena proizvoda nije povezana s kvalitetom korištenih pređa, što potvrđuju i vrijednosti koeficijenta korelacije danih u tab. 2 (koeficijenti korelacije su u rasponu 0,03-0,43). S obzirom na vrijednosti finoće, najfinija od ispitivanih pređa pripada prvom cjenovnom kvartilu, a najgrublja trećem. Također je zanimljivo uočiti da najmanju prekidnu silu i najmanje prekidno istezanje ima uzorak u najskupljem cjenovnom kvartilu (uzorak P6). Istovremeno, uzorak P12 koji je u istom kvartilu, odlikuje se najvećim prekidnim istezanjem.

**Tablica 2:** Koeficijenti korelacije

	Finoća	Promjer	Prekidna sila u suhom	Prekidna sila u mokrom	Prekidno istezanje u suhom	Prekidno istezanje u mokrom	Cijena
Finoća	1,00						
Promjer	0,26	1,00					
Prekidna sila u suhom	0,29	0,68	1,00				
Prekidna sila u mokrom	0,47	0,78	0,92	1,00			
Prekidno istezanje u suhom	-0,08	0,27	0,57	0,33	1,00		
Prekidno istezanje u mokrom	0,50	-0,16	-0,26	-0,14	-0,13	1,00	
Cijena	0,18	0,03	-0,18	-0,26	0,43	0,28	1,00

Tablica 3: Fotografije uzoraka snimljene digitalnim mikroskopom

Oznaka	Fotografija	Oznaka	Fotografija
P1		P7	
P2		P8	
P3		P9	
P4		P10	
P5		P11	
P6		P12	

U tablici 3 prikazani su primjeri fotografija ispitivanih uzoraka snimljenih digitalnim mikroskopom uz povećanje 50x. Na temelju analize većeg broja fotografija, uočeno je da uzorak P1, koji je s obzirom na cijenu pakiranja u trećem kvartilu, ima najveći broj stršećih vlakana veće duljine. Ujedno, na navedenom je uzorku prisutna veća količina različitih nečistoća i primjesa. Što se boje tiče, svi uzorci osim P8, P9 i P12 su žućkasti, što dovodi do pretpostavke da su na uzorke nanošeni slojevi ulja i voskova. Također, analizom fotografija, uočeno je da P8 i P9 imaju manji broj uvoja od preostalih promatranih uzoraka.

#### 4. Zaključak

U fokusu ovog rada je ispitivanje svojstava pređa koja se koriste u ambalaži čajeva. Temeljem ispitivanja pređa koje su korištene u 12 različiti pakiranja čajeva dostupnih na domaćem tržištu, pokazalo se da su sve odabrane pređe s obzirom na sirovinski sastav pamučne, premda proizvođači pređa za ovu namjenu navode da proizvode pređe različitog sirovinskog sastava. Provedena ispitivanja fizikalno-mehaničkih svojstava pređa, te usporedba s cijenom promatranog proizvoda, dovele su do zaključka da ne postoji korelacija između svojstava i kvalitete pređe te cijene predmetnog proizvoda. Odnosno, na primjeru promatranih dvanaest uzoraka, pokazalo se da proizvođači skupljih čajeva ne koriste nužno kvalitetnije pređe u odnosu na pređe koje koriste proizvođači cjenovno povoljnijih čajeva.

#### Literatura

- [1] Vujković I.; Galić, K.; Vereš, M.: Ambalaža za pakiranje namirnica, Tectus d.o.o., 2007., ISBN 978-953-97026-9-2
- [2] Lazibat T.: Poznavanje robe i upravljanje kvalitetom", Sinergija-nakladništvo d.o.o., Zagreb, 2004., ISBN 953-6895-21-8
- [3] Nikol Weber: Teebeutelwaden, dostupno na: <http://www.nikol-weber.de/teebeutelwaden.php>, posjećeno: 28.11.2017.
- [4] Interfil: Our products, dostupno na: <http://www.interfil-yarnfactory.com/our-products/>, posjećeno: 28.11.2017.
- [5] Coats: Tea bag string, dostupno na: <http://www.coatsindustrial.com/en/products-applications/yarn-applications/tea-bags/tea-bag-string>, posjećeno: 28.11.2017.
- [6] LightInThe Box dostupno na: [http://www.lightinthebox.com/hr/empty-teabags-string-heat-seal-filter-paper-herb-loose-tea-bags-100pcs-lot\\_p829574.html](http://www.lightinthebox.com/hr/empty-teabags-string-heat-seal-filter-paper-herb-loose-tea-bags-100pcs-lot_p829574.html), posjećeno 27.2.2017.
- [7] HRN ISO 2060:2008 Tekstilije -- Pređa s namotka -- Određivanje duljinske mase (masa po jedinici duljine) metodom vitice
- [8] HRN ISO 2062:2010 Tekstil -- Pređe s namotaka -- Određivanje prekidne sile i istezanja pri prekidu uređajem s konstantnom brzinom produljenja

#### Autori:

Doc. dr. sc. Ivana SALOPEK ČUBRIĆ  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, Zagreb  
Tel: +(385) (1) 37 12 573

Fax: +(385) (1) 37 12 533

E-mail: [ivana.salopek@ttf.hr](mailto:ivana.salopek@ttf.hr)

Marina FILIPOVIĆ, univ. bacc. ing. techn. text.  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, Zagreb  
Tel: +(385) (91) 7361 696

E-mail: [marina9444@hotmail.com](mailto:marina9444@hotmail.com)

Martina JUKIĆ, univ. bacc. ing. techn. text.  
Greiner Aerospace d.o.o.  
Goliješnica, Žepče, Bosna i Hercegovina  
Tel: +(387) (63) 252 049

E-mail: [maja.jukic@hotmail.com](mailto:maja.jukic@hotmail.com)

## USPOREDBA STANDARDIZIRANIH ISO METODA ZA ODREĐIVANJE ANTIBAKTERIJSKE UČINKOVITOSTI TEKSTILNIH MATERIJALA

### COMPARISON OF STANDARDIZED ISO METHODS FOR DETERMINATION OF ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF TEXTILE MATERIALS

Anja LELJAK, Beti ROGINA-CAR, Tomislav IVANKOVIĆ

**Sažetak:** U ovom radu uspoređeni su ISO 20743:2013 (apsorpcijska i transfer metoda) i ISO 20645:2004 (metoda difuzije u agaru) standardi za određivanje antibakterijske učinkovitosti tekstilnih materijala. Testirana je antibakterijska učinkovitost nekoliko probnih materijala načinjenih na Tekstilno-tehnološkom fakultetu u sklopu projekta „Udobnost i antimikrobna svojstva tekstila i obuće“ prema bakterijama *Staphylococcus aureus* i *Escherichia coli*. Usporedbom triju metoda može se zaključiti kako za ispitane materijale nije uvijek moguće jednoznačno utvrditi pokazuju li antibakterijsku učinkovitost ili ne. Od ispitivanih materijala samo pozitivna kontrola, antibakterijski uložak za cipele, je pokazao antibakterijsku učinkovitost u sve tri metode i prema obje testirane bakterije. Ostali materijali su u nekim metodama pokazivali učinkovitost, a u nekima ne, a razlika je bilo i s obzirom na testiranu bakteriju. Kako bi se pouzdano odredila antibakterijska učinkovitost materijala, potrebno je paralelno izvoditi nekoliko prikladnih metoda i ispitati bar dvije bakterije, jer se na temelju samo jedne bakterije i jedne metode može pogrešno zaključiti o antibakterijskoj učinkovitosti nekog materijala.

**Abstract:** The ISO standards 20743:2013 (absorption and transfer method) 20645:2004 (agar diffusion method) for the determination of antibacterial efficacy of textile materials were compared in here presented work. Antibacterial efficacy of few trial materials made at the Faculty of Textile Technology ("Textiles and footwear comfort and antimicrobial properties" project) towards *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* was tested. Comparison of the three methods showed that it's not always possible to determine with certainty whether a tested material exhibits antibacterial activity or not. Out of all the tested materials only positive control, commercial antibacterial shoe insole was efficient in all three methods and towards both examined bacteria. Other materials were efficient in some methods, but not others, with differences regarding tested bacteria as well. To determine antibacterial efficiency of a textile material with certainty, at least two bacterial species and all the listed methods should be performed in parallel. Results obtained from just one method, or bacteria, are prone to misinterpretation.

**Ključne riječi:** tekstil, antibakterijska svojstva, standardizirani testovi, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*.

**Keywords:** textile, antibacterial properties, standardized tests, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*.

#### 1. Uvod

Tekstilije mogu biti odličan supstrat za rast mikroorganizama jer su izrađeni od organskih materijala koji pružaju dobru osnovu za pričvršćivanje mikrobnog biofilma i apsorbiraju ljudski znoj koji osigurava hranjive tvari potrebne za rast mikroorganizama [1]. Prirodna vlakna sadrže proteine, celulozu i dr. koji mogu djelovati kao nutrijenti i izvori energije. Kada su zadovoljeni osnovni zahtjevi kao što su vlaga, nutrijenti i temperatura, mikroorganizmi se mogu brzo umnažati [2] i uzrokovati probleme na tekstilu i njegovom nositelju - stvaranje neugodnih mirisa, smanjenje čvrstoće, promjena boje i truljenje tekstila te zdravstveni problemi poput iritacija, alergija, infekcija i bolesti [1]. Oštećenje tekstilnih materijala ovisi o njihovoj stopi nošenja, vrsti, podrijetlu te sastavu [3]. Materijali porozne hidrofilne strukture, koji zadržavaju vodu, kisik i nutrijente osiguravajući savršen okoliš za bakterijski rast, su podložniji mikrobnom utjecaju [4]. Povećana temperatura i vlažnost dodatno potiču oštećenje materijala [3]. Zbog rastuće svijesti o spomenutim štetnim učincima mikroorganizama na tekstil i njegovog nosioca, postoji sve veća potreba za materijalima s antimikrobnim djelovanjem. Većina antimikrobnih materijala sadrži aktivne antimikrobne tvari kao što su metalni spojevi, kvarterni amonijevi spojevi, hitozan i dr., a koji djeluju prema različitim strukturama bakterijske stanice. S druge strane, pasivna antimikrobna vlakna ne sadrže antimikrobne dodatke, već se npr. mikrobnom kolonizacijom sprječava površinskom strukturom vlakana [5]. Procjena antimikrobne učinkovitosti tekstilnih materijala se provodi standardiziranim metodama u uvjetima in vitro, a propisanim od strane međunarodne organizacije ISO – International Standard Organization [6]. Dvije su kategorije standardiziranih metoda, kvalitativne i kvantitativne. Kvalitativne metode se većinom temelje na



testovima difuzije aktivnih tvari u agaru. One su brze i jednostavne, ali neprikladne za sve tipove tekstila, a tumačenja rezultata mogu biti subjektivna. U njima se uzorak postavlja na površinu inokuliranog agara (tj. mikrobiološke krute hranjive podloge) te se nakon inkubacije u propisanim uvjetima (temperatura, vrijeme) ispituje inhibicija rasta bakterija određivanjem tzv. zone inhibicije oko rubova tkanine, te ispod samog uzorka tkanine pomoću mikroskopa definiranog povećanja [7]. Kvalitativne metode koriste se prvenstveno za tkanine s difuzibilnim antimikrobnim sredstvom koje difundira u agar te se javlja zona inhibicije, ali ih je moguće koristiti i za tkanine s nedifuzibilnim sredstvom koje mogu imati antimikrobnu aktivnost samo direktnim kontaktom kada nema rasta ispod tkanine [8]. Kvantitativne metode su točnije i pouzdanije, ali zahtijevaju više vremena i materijala. Mogu se koristiti za sve vrste tekstilnih materijala i antimikrobnih sredstava, i mogu se raditi usporedbe između različitih antimikrobnih obrada na istom tekstilnom uzorku [7]. Norma ISO 20743:2013 opisuje tri kvantitativne metode pa ovisno o primjeni i površinskim svojstvima tekstilnog proizvoda korisnik može izabrati najprikladniju: apsorpcijska metoda (bakterija se inokulira direktno na uzorak), transfer metoda (bakterija se stavlja na agar ploču i transferira na uzorak) i metoda printanja (bakterija se stavlja na filter i printa na uzorak) ([www.iso.org](http://www.iso.org)). Standardizirane metode potiču upotrebu i gram-pozitivnih i gram-negativnih bakterija jer se one razlikuju u staničnoj stjenci, a posljedično i u osjetljivosti na antimikrobna sredstva [8]. Ciljevi ovog istraživanja su bili uvođenje i optimizacija normi ISO 20743 (prihvaćena kao hrvatska norma HRN EN ISO 20743) i ISO 20645 u Laboratoriju za bakteriologiju Prirodoslovno-matematičkog fakulteta te određivanje antibakterijske učinkovitosti tekstilnih materijala načinjenih na Tekstilno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu u sklopu projekta „Udobnost i antimikrobna svojstva tekstila i obuće“ Hrvatske zaklade za znanost.

## 2. Eksperimentalni dio

Korištene su dvije vrste bakterija: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 i *Escherichia coli* ATCC 25922.

Ispitivano je šest vrsta tekstilnih materijala priređenih na Tekstilno-tehnološkom fakultetu (pamuk, sirova i obojena viskoza, modal, mikromodal, tencel, Tablica 1) te komercijalno dostupni materijal sa srebrom (Aquacel® Ag) te antibakterijski ulošci za cipele s aktivnim ugljenom marke *Coccine* kupljeni u trgovini CCC koji su služili kao pozitivna kontrola.

**Tablica 1:** Osnovne karakteristike uzoraka glatkog kulirnog desno-desnog pletiva (srednje vrijednosti)

Uzorak	Plošna masa m, g/m <sup>2</sup>	Debljina D, mm	Finoća Tt, tex	Vertikalna gustoća Dv, oč/cm	Horizontalna gustoća Dh, oč/cm
Pamuk	157	0,64	20	11,4	11,1
Viskoza	180	0,72	20	12,6	11,2
Viskoza obojena	147	0,37	20	11,9	9,7
Modal	131	0,60	20	11,6	9,1
Mikromodal	129	0,61	20	12,2	8,8
Tencel	152	0,63	20	11,8	10,8

### 2.1 Metode

Prije početka izvođenja metoda uzgojene su bakterijske kulture vrsta *S. aureus* / *E. coli* na pločama s hranjivim agarom te su se napravile njihove suspenzije potrebnih koncentracija u hranjivom bujonu. Za dobivanje početne koncentracije od 10<sup>8</sup> CFU mL<sup>-1</sup> (engl. *Colony Forming Units*) bakterijska biomasa je sastrugana s agara pomoću bakteriološke ušice i prenešena u 9 ml hranjivog bujona. Kako u laboratoriju nema denzitometra, da bi se provjerilo da li se na taj način stvarno dobila željena koncentracija, radila se serija decimalnih razrjeđenja i određivao CFU. Ostale potrebne koncentracije (10<sup>6</sup> i 10<sup>5</sup> CFU ml<sup>-1</sup>) dobile su se decimalnim razrjeđenjima. Pripremili su se potrebni uzorci materijala: za ISO 20743 transfer metodu kružni uzorci promjera 38 mm, za ISO 20743 apsorpcijsku metodu uzorci od 0,4 g, a za ISO 20645 metodu kružni uzorci promjera 25±5 mm. Kružni uzorci pripremljeni su pomoću mehaničkog reznog alata promjera 38 mm i 25 mm. Kružni uzorci za ISO 20743 metode materijali su se sterilizirali autoklaviranjem (121°C/ 20 min). Za ISO 20645 test difuzije u agaru uzorci su se kondicionirali 12-24 h u sterilnim petrijevim zdjelicama na sobnoj temperaturi. 0,1 ml suspenzije vrsta *S. aureus* ili *E. coli* koncentracije 10<sup>5</sup> CFU / ml se otpipetirao na Petrijevu zdjelicu s krutim hranjivim agarom i razmazao Drygalskim štapićem. Dva uzorka istog materijala su se prislonila na površinu agara te se zdjelica inkubirala 18-24 h na 37±2° C. Nakon inkubacije se procjenjivala antibakterijska učinkovitost materijala na temelju prisutnosti ili odsutnosti bakterijskog rasta u zoni kontakta između agara i uzorka i na pojavi zone inhibicije, prema tablici koju propisuje ova norma.

U ISO 20743 transfer metodi se 1 ml suspenzije *S. aureus* ili *E. coli* koncentracije  $10^6$  CFU / ml stavio na transfer agar i razmazao Drygalskim štapićem, a višak se uklonio. Jedan uzorak materijala se stavio na površinu agara i pritisnuo 60 sekundi staklenom čašicom s kuglicama težine 100 g. Potom se uzorak stavio u sterilnu plastičnu epruvetu (tipa Falcon, 50 mL) u koju se dodalo 20 ml sterilne fiziološke otopine. Epruveta se tresla na mehaničkoj tresilici (vortex) te su se pripremila decimalna razrjeđenja i odredio početni CFU mL<sup>-1</sup>. Drugi uzorak istog materijala se stavio na drugi transfer agar i pritisnuo čašicom te se stavio u sterilnu Petrijevu zdjelicu tako da je transferirana površina gledala prema gore i inkubirao 18-24 h na  $37 \pm 2$  °C u vlažnoj atmosferi. Nakon inkubacije uzorak se stavio u sterilnu plastičnu epruvetu u koju se dodalo 20 ml sterilne fiziološke otopine, tresao i određen je konačni CFU mL<sup>-1</sup>. Redukcija rasta je dobivena prema formuli:  $R\% = 100 - (\text{konačan broj bakterija} - \text{početni broj bakterija}) \times 100\%$ .

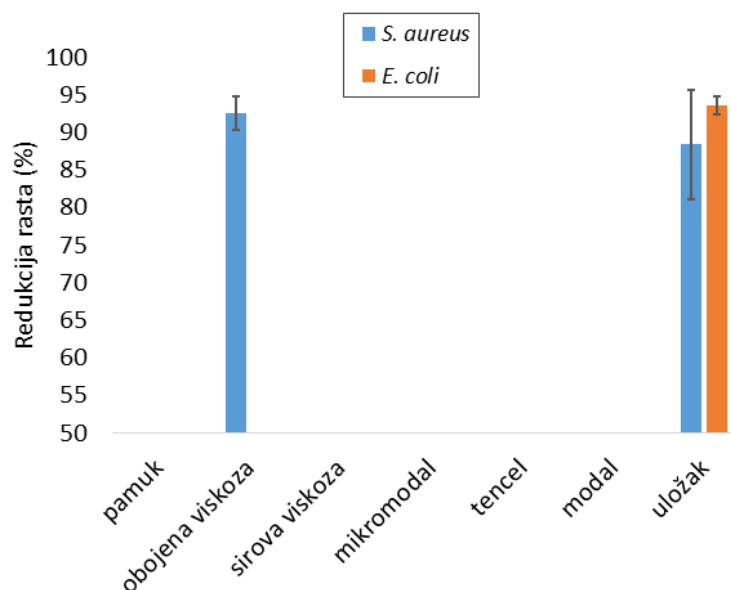
$$R (\%) = 100 - \left( \frac{\text{konačan broj bakterija}}{\text{početan broj bakterija}} \times 100 \right) \quad (1)$$

U ISO 20743 apsorpcijskoj metodi su se po dva uzorka istog materijala stavila u sterilne plastične epruvete (tipa Falcon, 50 mL). Na jedan uzorak se otpipetiralo 0,2 ml suspenzije *S. aureus* ili *E. coli* koncentracije  $10^5$  CFU mL<sup>-1</sup> te se dodalo 20 ml sterilne fiziološke otopine. Epruveta se vorteksirala te se odredio početni broj bakterija. Drugi uzorak istog materijala se isto inokulirao s 0,2 ml suspenzije  $10^5$ , ali se stavio na inkubaciju 18-24 h na  $37 \pm 2$  °C. Poslije inkubacije dodalo se 20 ml sterilne fiziološke otopine, vorteksiralo se i određivao konačan broj bakterija. Redukcija bakterijskog broja (%) se odredila prema istom izrazu (1) kao i u transfer metodi.

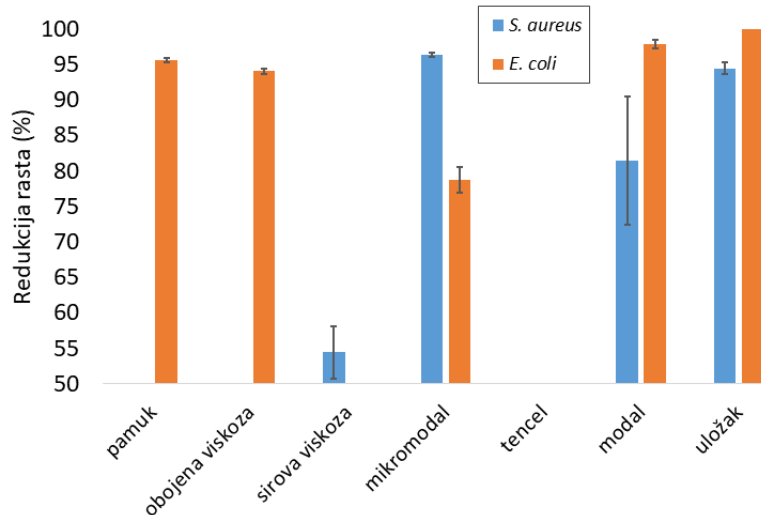
Za svaku metodu rađena su dva ponavljanja, a dobiveni rezultati su statistički uspoređeni koristeći *Statistica* program (v 13.3., StatSoft, Tulsa, USA). Statistički značajna razlika određena je na granici  $p < 0.05$  (Studentov t-test).

### 3. Rezultati i rasprava

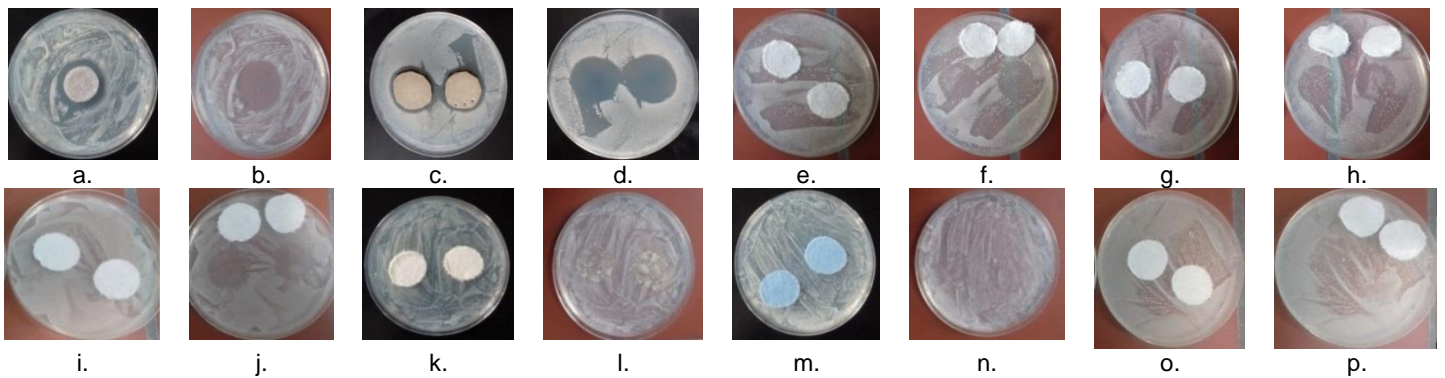
Rezultati apsorpcijske metode su prikazani su na slici 1., a rezultati transfer metode na slici 2. Rezultati dobiveni testom difuzije u agaru prikazani su na slici 3. za *S. aureus* i slici 4. za *E. coli*.



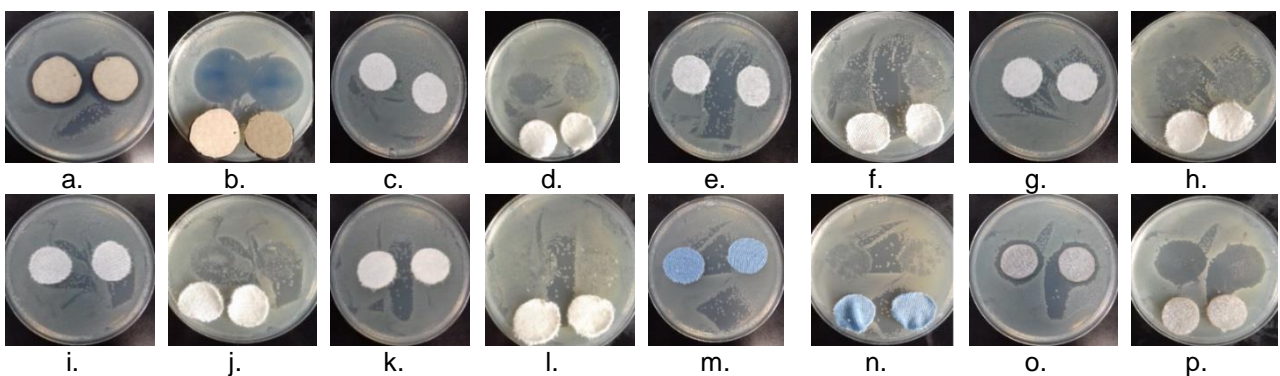
**Slika 1.** Antibakterijska učinkovitost tekstilnih materijala određeno apsorpcijskom metodom za bakterije *Staphylococcus aureus* i *Escherichia coli* (prikazana je srednja vrijednost te standardna devijacija dvaju mjerenja)



**Slika 2.** Antibakterijska učinkovitost tekstilnih materijala određeno transfer metodom za bakterije *Staphylococcus aureus* i *Escherichia coli* (prikazana je srednja vrijednost te standardna devijacija dvaju mjerenja)



**Slika 3.** Rezultati testa difuzije u agaru za vrstu *S. aureus*: Aquacel® Ag s zonom inhibicije (a) i odsutnim rastom ispod (b), antibakterijski uložak s zonom inhibicije (c) i odsutnim rastom ispod (d), mikromodal bez zone inhibicije (e) i blagim rastom ispod (f), modal bez zone inhibicije (g) i blagim rastom ispod (h), sirova viskoza bez zone inhibicije (i) i blagim rastom ispod (j), pamuk bez zone inhibicije (k) i jakim rastom ispod (l), obojena viskoza bez zone inhibicije (m) i jakim rastom ispod (n), tencel bez zone inhibicije (o) i jakim rastom ispod (p)



**Slika 4.** Rezultati testa difuzije u agaru za vrstu *E. coli*: antibakterijski uložak s zonom inhibicije (a) i odsutnim rastom ispod (b), sirova viskoza bez zone inhibicije (c) i blagim rastom ispod (d), mikromodal bez zone inhibicije (e) i blagim rastom ispod (f), tencel bez zone inhibicije (g) i blagim rastom ispod (h), modal bez zone inhibicije (i) i blagim rastom ispod (j), pamuk bez zone inhibicije (k) i jakim rastom ispod (l), obojena viskoza bez zone inhibicije (m) i jakim rastom ispod (n), Aquacel® Ag s zonom inhibicije (o) i odsutnim rastom ispod (p)

Test difuzije u agaru je pokazao nedostatan antibakterijski učinak pamuka na vrste *S. aureus* i *E. coli* što je u skladu s literaturnim podatcima. Perera i sur. (2013) su primjenjujući isti test utvrdili da neobrađeni pamuk ne

pokazuje antibakterijsku učinkovitost na ispitivane vrste *S. aureus* i *E. coli*. [10]. Apsorpcijska i transfer metoda su također sugerirale loš antibakterijski učinak pamuka na vrstu *S. aureus*. Za vrstu *E. coli*, apsorpcijska metoda nije pokazala antibakterijsku učinkovitost pamuka, no iznenađujući je rezultat transfer metode u kojoj je pamuk postigao antibakterijsku učinkovitost. Slični podaci nisu pronađeni u literaturi, pa je metoda ponovljena i dobiveni su isti rezultati. Tomšić i sur. (2008) su ISO 20743:2007 transfer metodu ispitivali na vrste *S. aureus* i *E. coli* i netretirani uzorci pamuka nisu pokazivali smanjenje bakterijskog rasta [11].

U testu difuzije u agaru sirova viskoza je postigla graničnu antibakterijsku učinkovitost. U radu Zheng i sur. (2014) nije pokazana antibakterijska učinkovitost na vrstu *S. aureus* [12]. Dosadašnja iskustva s testovima difuzije u agaru su pokazala njihovu priličnu subjektivnost i nedostatak kriterija, pa je moguće da je procijenjena antibakterijska učinkovitost sirove viskoze i nešto niža. U apsorpcijskoj metodi nije dokazana antibakterijska učinkovitost, a u transfer metoda je pokazana učinkovitost prema *S. aureus*. Nisu pronađena ispitivanja ISO 20743 metoda na viskozu, već samo druge redukcijske metode u kojima nije došlo do redukcije rasta ovih bakterija. Fras i sur. (2012) su koristili kvantitativnu ASTM E2149-01 metodu prema kojoj viskoza nije imala antibakterijsku učinkovitost na vrste *S. aureus* i *E. coli* [13]. Obojena viskoza je pokazala antibakterijsku učinkovitost u apsorpcijskoj i transfer metodi. Postoji mogućnost da je postupak bojenja pospješio antibakterijsku učinkovitost viskoze. Za vrstu *S. aureus* antibakterijska učinkovitost je pokazana u apsorpcijskoj, a za vrstu *E. coli* u transfer metodi. Test difuzije u agaru pokazao je nedovoljan antibakterijski učinak. Dakle, obojena viskoza posjeduje određenu antibakterijsku učinkovitost na obje bakterijske vrste, ali je nužna potvrda ovog učinka drugim metodama jer rezultati između ovih metoda nisu bili konzistentni.

Modal i mikromodal su u testu difuzije u agaru pokazali graničnu antibakterijsku učinkovitost. U transfer metodi mikromodal je pokazao značajno veću ( $p < 0.05$ ) redukciju rasta gram-pozitivne vrste *S. aureus*, a modal je bio jednako učinkovit prema obje bakterije (statistički neznačajna razlika). Jedino gdje redukcija rasta nije utvrđena je u apsorpcijskoj metodi. Kako su na antibakterijsku učinkovitost ukazale dvije od tri korištene metode, određena antibakterijska učinkovitost tih materijala svakako postoji. Antibakterijska učinkovitost modala i mikromodala je slabo istražena. Zemljić i sur. (2012) su primjenjivali kvantitativnu ASTM E2149-01 metodu gdje je netretirani modal pokazao pozitivnu redukciju rasta vrste *S. aureus* i *E. coli*, no dovoljna redukcija od više od 75% nije utvrđena [14].

Rezultati apsorpcijske i transfer metode nisu sugerirali antibakterijsku učinkovitost Tencel vlakana. U testu difuzije u agaru, pokazao je nedovoljnu antibakterijsku učinkovitost na vrstu *S. aureus*, ali graničnu učinkovitost na vrstu *E. coli*. Kako se ta metoda smatra subjektivnom [7], moguće je da je učinkovitost i nešto niža od procijenjene. Antibakterijska učinkovitost Tencel vlakana je slabo istražena budući da je riječ o relativno novom materijalu. Nisu pronađeni podaci o korištenju ovih metoda, ali sličnim metodama je pokazano isto, s izuzetkom rezultata za test difuzije u agaru na vrstu *E. coli*. Janjić i sur. (2009) su redukcijom metodom pokazali da netretirana Tencel vlakna ne pokazuju antibakterijsku učinkovitost na vrste *E. coli* i *S. aureus*, a Praskalo-Milanović i sur. (2010) difuzijom u agaru [15, 16].

Antibakterijski ulošci su pokazali antibakterijsku učinkovitost u sve tri metode. U testu difuzije u agaru zona inhibicije bila je jednaka za obje bakterije (3 mm). U apsorpcijskoj i transfer metodi dobivena je visoka redukcija rasta za obje bakterije, koja je bila značajno viša za *E. coli* u transfer metodi.

Za Aquacel® Ag je bila primjenjiva samo metoda difuzije u agaru jer se u ostalim metodama raspao prilikom trešnje u vodenom mediju pa je smjesa bila pregusta za povlačenje pipetom. Pokazana je antibakterijska učinkovitost na obje bakterije. Zona inhibicije za vrstu *S. aureus* je bila 5 mm, a za vrstu *E. coli* 3 mm. Nisu pronađena druga ispitivanja tom metodom, ali više sličnih testova difuzije u agaru je pokazalo rezultate u skladu s ovima. Aramwit i sur. (2010) su pokazali da je Aquacel® Ag bio najdjelotvorniji na vrstu *P. aeruginosa*, onda na vrste *S. aureus* i *E. coli*, dok su metilicin rezistentni *Staphylococcus aureus* i *B. subtilis* bili manje osjetljivi [17].

Među korištenim metodama opažena su neslaganja u slučaju nekih materijala što govori o nedosljednosti i mogućnosti pogrešnog tumačenja rezultata, prvenstveno u jednoznačnom određivanju pokazuje li neki materijal antibakterijsku učinkovitost ili ne. Metode bi se trebale izvoditi pod kontroliranim uvjetima, kako bi se omogućila ponovljivost rezultata. Međutim, budući da većina metoda ne određuje apsolutni standard za učinkovitost, često se mijenjaju i stoga su nedosljedne među laboratorijima [7], čime se mogu objasniti neke razlike između rezultata ovog istraživanja i rezultata drugih istraživanja u kojima su korištene iste metode. Budući da za neke materijale nije pronađena literatura o ispitivanju antibakterijske učinkovitosti metodama opisanim u ovom radu, izviješteno je o rezultatima drugih metoda navodeći osnovne informacije o njihovoj poznatoj antibakterijskoj učinkovitosti. Međutim, rezultati dobiveni različitim standardima teško se mogu uspoređivati zbog razlika u metodama i tumačenju rezultata. U ovom istraživanju korištena je jedna

kvalitativna, norma ISO 20645, i dvije kvantitativne, norma ISO 20743 metode za ispitivanje antibakterijske učinkovitosti tekstilnih materijala. Metoda difuzije u agaru se pokazala kao najbrža te najjednostavnija za izvođenje, uz najmanji utrošak radnog vremena i materijala. Izvršna je kao metoda za preliminarno određivanje antibakterijske učinkovitosti te kao dobiveni rezultat može biti uzet kao referentna vrijednost za provedbu transfer i apsorpcijske metode. Najveći nedostatak joj je što tumačenje rezultata može biti subjektivno jer se rezultati očitavaju samo vizualno, pa se mogu donijeti pogrešni zaključci, osobito ukoliko osoba koja izvodi metodu nema iskustva u tom području rada. Rezultati ove metode su se uglavnom podudarali s rezultatima bar još jedne od metoda. Kvantitativnom apsorpcijskom i transfer metodom su dobiveni podaci o broju bakterija još uvijek živih nakon određenog vremena kontakta s materijalom. One su se pokazale preciznijima i pouzdanijima jer su dale kvantitativni rezultat u obliku postotka redukcije bakterijskog rasta, ali je za njihovo izvođenje trebalo više vremena i pripremljenog materijala. Budući da bakterije dolaze u izravni kontakt s materijalom, ne samo da uzorci koji sadrže antimikrobno sredstvo mogu imati učinak, već i uzorci s visokim apsorpcijskim kapacitetima koji imaju sposobnost imobilizacije mikroorganizama mogu pokazati antibakterijsku učinkovitost [18]. Transfer metoda se uglavnom podudarala s testom difuzije u agaru, dok je apsorpcijska metoda rijetko pokazala redukciju bakterijskog rasta. Razlika u rezultatima između tih metoda se može objasniti činjenicom da nisu svi materijali jednako pogodni za ispitivanje svim metodama, nego kao što i u standardu piše, metoda se bira ovisno o primjeni i okolišu u kojem će se materijal koristiti kao i o njegovim površinskim svojstvima. U ovom istraživanju se više puta pokazalo da izostanak antibakterijskog djelovanja materijala na jednu od ispitivanih bakterija ne znači izostanak djelovanja na drugu i da izostanak djelovanja u jednoj od metoda ne znači da se antibakterijsko djelovanje neće pokazati u drugoj metodi. Kako bi se pouzdano odredila antibakterijska učinkovitost materijala, važno je na temelju svojstava materijala odabrati prikladnu metodu jer ona utječe na rezultate i procjenu antimikrobne učinkovitosti. Potrebno je izvoditi nekoliko metoda i ispitati bar dvije bakterije, jer se na temelju samo jedne bakterije i jedne metode može pogrešno zaključiti o antibakterijskoj učinkovitosti nekog materijala.

#### 4. Zaključak

ISO 20645:2004 i ISO 20743:2013 standardi uspješno su uvedeni u Laboratorij za bakteriologiju Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Određena je antibakterijska učinkovitost tekstilnih materijala načinjenih na Tekstilno-tehnološkom fakultetu u sklopu projekta „Udobnost i antimikrobna svojstva tekstila i odjeće“, te antibakterijskog uložka za cipele i materijala Aquacel® Ag. Usporedbom triju metoda, apsorpcijske, transfer i metode difuzije u agaru, može se zaključiti kako za tekstilne materijale nije uvijek moguće jednoznačno utvrditi pokazuju li antibakterijsku učinkovitost ili ne. Od materijala testiranih u ovom radu, samo pozitivna kontrola antibakterijski uložak za cipele je pokazao antibakterijsku učinkovitost u sve tri metode i prema obje testirane bakterije. Drugu pozitivnu kontrolu, Aquacel® Ag nije bilo moguće testirati transfer i apsorpcijskom metodom jer se rastopio u vodenoj otopini. Ostali materijali su u nekim metodama pokazivali učinkovitost, a u nekim ne, a razlika je bilo i s obzirom na testiranu bakteriju. Kako bi se pouzdano odredila antibakterijska učinkovitost materijala, potrebno je paralelno izvoditi nekoliko prikladnih metoda i ispitati bar dvije bakterije, jer se na temelju samo jedne bakterije i jedne metode može pogrešno zaključiti o antibakterijskoj učinkovitosti nekog materijala.

#### Literatura

- [1] Teufel, L., Redl, B.: Improved methods for the investigation of the interaction between textiles and microorganism, *Lenzinger Berichte*, **85** (2006), str. 54-60, 0024-0907
- [2] Gao, Y., Cranston, R.: Recent Advances in Antimicrobial Treatments of Textiles, *Textile Research Journal*, **78** (2008), str. 60-72, 1746-7748
- [3] Pekhtasheva, E. i sur.: Biodegradation and biodeterioration of some natural polymers, *Chemistry & Chemical Technology*, **6** (2012), str. 263-280, 1996-4196
- [4] Rogina-Car, B., Budimir, A., Katovic, D.: Microbial barrier properties of healthcare professional uniforms, *Textile Research Journal*, **0** (2016), str. 1–9, 0040-5175
- [5] Höfer, D.: Antimicrobial textiles – evaluation of their effectiveness and safety U *Biofunctional textiles and the skin. Current problems in dermatology*, Karger, 978-3-318-01349-8, Basel, (2006), 42-50
- [6] Joiner, B.G.: Determining Antimicrobial Efficacy and Biocompatibility of Treated Articles Using Standard Test Methods, U *In Bioactive Fibers and Polymers*, American Chemical Society, 978-0-841-21869-7, Washington, (2001), 201-217
- [7] Ristić, T. i sur.: Antimicrobial efficiency of functionalized cellulose fibres as potential medical textiles, U *Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances*, Formatex Research Center, 978-8-493-98431-1, Badajoz, (2011), 36-51

- [8] Pinho, E. i sur.: Antimicrobial activity assessment of textiles: standard methods comparison, *Ann Microbiol.*, **61** (2010), str. 493-498, 1869-2044
- [9] <https://www.iso.org/home.html>
- [10] Perera, S. i sur.: Morphological, antimicrobial, durability, and physical properties of untreated and treated textiles using silver-nanoparticles, *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, **436** (2013), str. 975– 989, 0927-7757
- [11] Tomsic, B. i sur.: Sol–gel coating of cellulose fibres with antimicrobial and repellent properties, *J Sol-Gel Sci Technol*, **47** (2008), str. 44–57, 1573-4846
- [12] Zheng, J. i sur.: In-situ synthesis, characterization and antimicrobial activity of viscose fiber loaded with silver nanoparticles, *Cellulose*, **21** (2014), str. 3097–3105, 1572-882X
- [13] Fras, L., Ristić, T., Tkavc, T.: Adsorption and Antibacterial Activity of Soluble and Precipitated Chitosan on Cellulose Viscose Fibers, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, **7** (2012), str. 50-57, 1558-9250
- [14] Zemljic, L.F. i sur.: Characterization of regenerated cellulose fibers antimicrobial functionalized by chitosan, *Textile Research Journal*, **83** (2012), str. 185–196, 0040-5175
- [15] Janjic, S. i sur.: Biologically active fibers based on chitosan-coated lyocell fibers, *Carbohydrate Polymers*, **78** (2009), str. 240–246, 0144-8617
- [16] Praskalo-Milanovic, J.Z. i sur.: Silver-Loaded Lyocell Fibers Modified by TEMPO-Mediated Oxidation, *Journal of Applied Polymer Science*, **117** (2010), str. 1772–1779, 0021-8995
- [17] Aramwit, P. i sur.: In Vitro Evaluation of the Antimicrobial Effectiveness and Moisture Binding Properties of Wound Dressings, *Int. J. Mol. Sci.*, **11** (2010), str. 2864-2874, 1422-0067
- [18] Wiegand, C. i sur.: In vitro assessment of the antimicrobial activity of wound dressings: influence of the test method selected and impact of the pH, *The Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, **26** (2014), str. 1-13, 1573-4838

## Zahvala

Ovo je istraživanje provedeno u suradnji sa Sveučilištem u Zagrebu Tekstilno-tehnološkim fakultetom koji je osigurao potrebne tekstilne materijale. Ovaj rad je financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom (IP-2016-06-5278).

## Autori:

Doc.dr.sc. Tomislav IVANKOVIĆ  
Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek  
Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb  
Tel: +385(0)1 6189 712 E-mail: tomislav.ivankovic@biol.pmf.hr

Dr.sc. Beti ROGINA-CAR  
Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevnu tehnologiju  
Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb  
Tel: +385(0)1 3712 574 E-mail: beti.rogina-car@ttf.hr

Mag.biol.exp. Anja LELJAK  
Tel: +385 91 598 8034 E-mail: anja.leljak@gmail.com

## IZRADA UKRASNOG VEZA I TRENDOVI U PROIZVODNOM PROCESU IZRADE VEZOVA

### PRODUCTION OF DECORATIVE EMBROIDERY AND TRENDS IN THE PRODUCTION OF DECORATIVE EMBROIDERY

Ivana ČURILA, Josip PETRIC, Kristina MARŠIĆ

**Sažetak:** U radu je prikazana izrada ukrasnog veza kojim se ukrašavaju tkanine i drugi materijali najčešće pomoću igle i konca i to od starijih tradicionalnih načina izrade do suvremenih tehnika i trendova vezenja. Današnje moderno tržište uz pojam ukrasnog veza koristi pojam logotipa, pri čemu oba pojma označavaju simbol, grafički spoj raznih elementa, ikona i ilustracija, odnosno prepoznatljivost i jedinstvenost svakog entiteta na tržištu. Međutim, ukrasni vez predstavlja tehniku koja se izvodi ručno. U radu je prikazana i povijest izrade ukrasnog veza ali će se ukazati i na trendove u proizvodnom procesu ukrašavanja tkanine vezenjem. Strojevi i računala dobrim dijelom zamjenjuju ručni rad u današnjoj masovnoj proizvodnji vezova. Računalni programi omogućuju razne simulacije i bržu izradu a tržište svakodnevno broji nove subjekte koji žele određeni stupanj diferencijacije. Stoga bez obzira na moć tehnologije, ručni radovi još uvijek imaju veliku važnost za kulturnu baštinu pojedinih naroda i predstavljaju izvor tradicije.

**Abstract:** This paper presents the proces of making decorative embroidery on textile and other materials; including traditional methods as well as modern technology methods and trends in the production of decorative embroidery. Nowadays, we also use the term logotype, denoting a symbol or a graphic element, which shows recognizability and uniformity of each subject on the market. However, decorative embroidery is a method that belongs to manual work. The paper also presents the history of decorative embroidery making as well as trends and modern technology of producing it. Manual work in the production of decorative embroidery is mostly replaced by using modern machines and computers. Computer programs have many possibilities and they are faster than hand work production. Although today's technology of decorative embroidery production is very developed, we can say that handwork production of decorative embroidery is very important for cultural heritage and tradition.

**Ključne riječi:** ukrasni vez, tehnike izrade, tradicija, moderna tehnologija

**Keywords:** decorative embroidery, process of production, tradition, modern technology

#### 1. Uvod

Ukrasni vez je tehnika koja pripada području ručnog rada te se njime ukrašavaju tkanine, najčešće pomoću igle i konca. Ukrasni vez ima dugu povijest te je dio tradicije mnogih naroda. Već staroegipatske grobne slikarije svjedoče da je egipatska civilizacija poznavala metode ukrašavanja tkanina vezenjem te su tu metodu koristili u ukrašavanju odjeće, šatora, pokrivača, zavjesa i drugih predmeta.

Na našem području, mjestima oko Mure i Drave ručni vez se većinom koristio za ukrašavanje pokrivača, jastučnica, stolnjaka te manjim dijelom i za ukrašavanje narodne nošnje. Ručni vez je i danas dio hrvatske narodne tradicije, a posebno se ističe na dijelovima hrvatske narodne nošnje. Proces vezenja mijenjao se kroz povijest, a veliki utjecaj je imala i industrijalizacija te razvoj tehnike i tehnologije u proizvodnji tekstila.

Nakon industrijske revolucije, a osobito poslije izuma električnog šivaćeg stroja, metoda ukrasnog veza ušla je u moderno doba automatizacije i masovne proizvodnje. Kao i na većinu drugih djelatnosti, industrijska revolucija iznimno je djelovala i na razvoj tekstilne industrije, a time i na sam proces vezenja. Sa razvojem i sve većim brojem strojeva polako se smanjivao broj ljudi koji su opsluživali strojeve. Danas se u postupku vezenja koriste računala te numerički upravljani strojevi koji tako smanjuju potrebu za ljudskom radnom snagom.

Strojevi i računala imaju prednost u preciznosti pred ljudskim radom jer omogućuju masovnu proizvodnju, međutim tehnika ukrasnog veza pripada obliku ručnog rada te je vezana uz kulturnu tradiciju pojedinih naroda.

## 2. Povijest izrade ukrasnog veza

Umjetnost ukrasnog veza obuhvaća sve što se može izraditi iglom i koncem na različitim tekstilnim materijalima. U nama prethodnim društvima, vladari, plemstvo i određene skupine ljudi iz različitih dijelova svijeta ukrašavali su svoju odjeću upečatljivo izvezenim uzorcima koji su predstavljali motive iz prirode, kulturne tradicije i druge maštovite specifične kreacije.

Ti uzorci su bili prošiveni obojanim nitima upredenih vlakana pamuka, vune, svile, lana a ponekad i nitima od srebra, zlata i bronce što je upućivalo na statusni simbol naroda. Pripadnici više klase voljeli su pokazivati svoje bogatstvo prišivanjem dragog i poludragog kamenja na svoju odjeću.



Slika 1. Razni primjeri ukrasnog veza na odjeći koju su nosili bogatiji slojevi stanovništva [1]

Do početka 20. stoljeća djevojke su učile umjetnost veza kod kuće ali i u samostanima i školama. Cilj edukacije u školama bio je priprema mladih djevojaka za njihovu ulogu u društvu, a posebno takva edukacija je bila prisutna u engleskim školama [2]. Šivanje i vezenje smatralo se važnim dijelom edukacije djevojaka. U samostanima u Firenci za vrijeme Renesanse, učenje šivanja i vezenja služilo je u svrhu razvijanja ženskih ideala kao što su poslušnost, skrušenost, poštenje i vjernost.

Ručni vez je dugotrajna i kreativna tehnika isticanja i označavanja tekstilnih predmeta. Prije nego što su izumljeni strojevi za vezenje (tijekom 19. stoljeća) tehnika vezenja je iz ruku ljudi poput plemstva ili pripadnika klera koji su se tada označavali kao poznavaoци i učitelji tehnika vezenja prenesena na ruke stanovništva.

Prekretnica u procesu vezanje nastupa već početkom 19. stoljeća i to izumom ručnog pokretnog stroja za što je zaslužan Joshua Heilmann iz Mulhousea (Francuska). Tehnološki razvoj imao je utjecaja na razvoj strojeva za vezenje čime je omogućena brža tehnika vezenja. Razvojem suvremene tehnologije dotaknuta je nova dimenzija u proizvodnji vezova s ciljem diferencijacije i prepoznatljivosti na tržištu. Najnoviji računalno vođeni strojevi izrađuju složene kreacije, oblike na materijalu, a danas značajnu ulogu imaju i grafički dizajneri te dostupni računalni programi.

### 2.1. Udruženja i radionice tekstilaca

Kroz stručne radionice ljudi su se počeli okupljati kako bi si međusobno prenosili vještine i tehnike vezenja. Prve poznate radionice i udruženja postojala su u Parizu već sredinom 13. stoljeća. U srednjovjekovnoj Engleskoj najpoznatiji bogati ručno rađeni vez, upotrebljavajući metalne niti i svilu, dolazi iz poznate radionice "Opus Anglicanum" [3]. U 18. stoljeću bile su poznate žene čiji je stalan posao bio posao vezilje na kraljevskom dvoru, što je bio i posao Elisabeth Johnson. Muška vezena odjeća bila je u europskoj modi od kasnog 18. stoljeća pa sve do 60-ih godina 19. stoljeća. Jedna francuska radionica iz tog vremena počela je proizvoditi uzorke na tkanini za muška odijela čiji su primjerci poslani posvuda po Europi te su ih upotrebljavali lokalni krojači. Kasnije su muška vezena odijela zamijenjena jednostavnim građanskim odijelom ali zadržano je

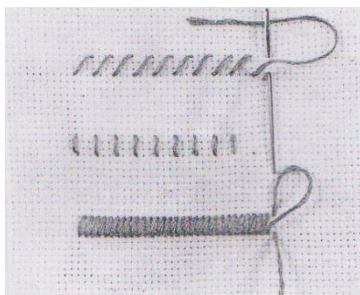


ukrašavanje odjela dodacima poput vezenim prslukom i izvezenom kravatom [3]. Na našem području i danas postoje brojna udruženja i radionice kroz koje se podučavaju i na mlađe generacije prenose tehnike izrade ukrasnih vezova a što ujedno predstavlja dio tradicije pojedinih krajeva.

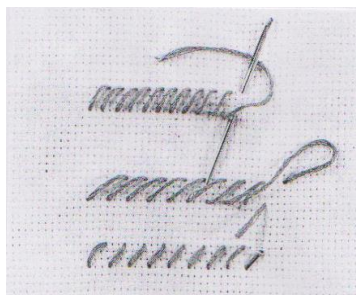
### 3. Opis tehnika za izradu ukrasnog veza

Brojne su tehnike izrade ručnih vezova. U radu će biti prikazane neke koje se nalaze na hrvatskoj narodnoj nošnji. Naše narodne nošnje ističu se bogatstvom veza kao i bogatstvom boja. Svi se ti vezovi dijele u dvije osnovne grupe i to na vez brojem i na vez po pismu. Vez brojem je onaj vez koji se radi iglom vezenkom bez šiljka preko nekoliko odbrojenih niti na tkanini koja služi kao podloga. Vez može biti jednobojan ili u više boja, izrađen na pamučnoj, svilenoj ili vunenoj tkanini. Vez po pismu jednobojan ili višebojan je vez, kojim se izrađuju obrisi, oivičuju i ispunjavaju oblici nacrtani na materijalu po kojemu se veze. Kod veza po pismu nije potrebno odbrojavati niti. Materijal po kojemu se veze može biti veće gustoće, bilo da je pamučno platno, svilena tkanina ili sukno.

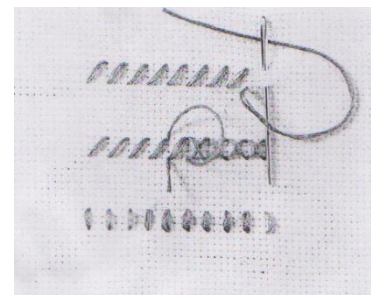
Najuobičajeniji vezovi brojem su: [4] polukrižići, kosi plosni bod, križići, rastegnuti križići, prepletenac, pružanka, pružanka napuššana, pisanac, opletuša, plosni vez brojem i utkanica dok vezovi po pismu su: [4] zrnčani bod, ovijanac, lančanac, obamet, bušeni vez, plosni vez i pečki vez. Na slikama su prikazane tri tehnike izrade ukrasnog veza [4] i to: polukružići, kosi plosni bod i križići. Polukružići se izrađuju se od lijeve na desnu stranu. Mogu biti u rijetkom i gustom nizu. Sa strane lica je kosi, a na naličju ravni bod. U Republici Hrvatskoj nalaze se kao ukras na ženskim košuljama u Žumberku i u Konavlima, zatim na pečama i poculicama u Hrvatskoj Posavini. Kosi plosni bod je bod koji je sa strane lica više, a sa strane naličja manje skošeni bod. Izrađuje se u rijetkom i gustom nizu. Kosi plosni bod nalazi se uz ostale tehnike na pečama i poculicama u Hrvatskoj Posavini i Podravini. Križići se izrađuju tako da se prvo izradi od lijeve na desnu stranu niz polukrižića a zatim se od desne na lijevu stranu svaki kosi bod polukrižića prekriži polukrižićem rađenim od desne na lijevu stranu. Križića ima nekoliko vrsta a dijele se prema načinu izrade na križice u dva ili četiri navrata. Križići su vrlo čest bod u gotovo svim krajevima Hrvatske, na odjevnim predmetima i oglavljima kao i na nekim upotrebnim predmetima.



a. polkrižići



b. kosi plosni bod



c. križići

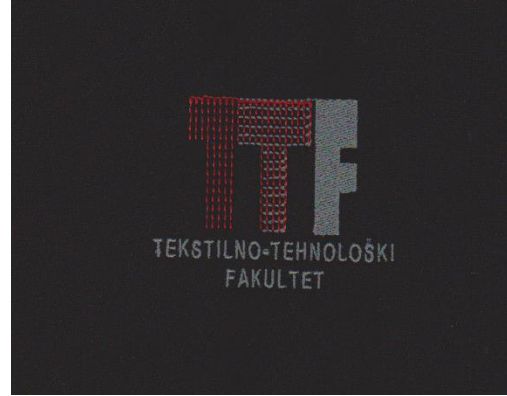
**Slika 2.** Primjeri vezova brojem; a) polukružići, b) kosi plosni bod i c) križići [4]

### 4. Trendovi u proizvodnom procesu izrade vezova

Šivaći automat za ukrasni vez ima sve elemente kao i konvencionalni šivaći stroj s razlikom da ima više igala u koje su uvedeni raznobojni konci i sustav automatskog vođenja procesa. Šivaći automati za izradu vezova omogućuju razne simulacije i brzinu izrade. Tehnologija računalnog veza je sve više zastupljenija u proizvodnji vezova. Prema izrađenom programu automatizirani strojevi vezuju logo na tekstilne proizvode. Danas na tržištu postoji više proizvođača strojeva ali i različitih tipova strojeva za vezenje. Za potrebe ovog rada u trgovačkom društvu Štikma d.o.o., Slemenice izvezen je logo Tekstilno – tehnološkog fakulteta na stroju SWF MA – 6. Šivaći automat oznake SWF MA – 6 je stroj za izradu ukrasnih vezova, malih dimenzija a posebno je prilagođen za početnike kao i za profesionalni rad. Automat radi sa 6 igala na radnoj površini 366x230 mm. Ima ugrađeno rezalo konca, detektor prekida gornjeg konca, programsku jedinicu sa disketnim programom i USB ulazom. Opremljen je sistemom za pisanje, a tekst se unosi direktno na stroj [5]. Logo TTF-a izrađen je u programu Stilsta 2000. Šivaći automat za izradu ukrasnog veza podiže vrijednost estetske komponente odjevnog predmeta. U ranijim fazama ove vrste šivaćih automata programska jedinica je radila na principu čitanja perforiranih vrpca. Kasnije su se programi izrade ukrasnog veza snimali na magnetne vrpce, a u novije vrijeme isključivo se koristi disketni program sa USB - ulazom ili se prijenos podataka o ukrasnom vezu prenosi preko računalnih mreža.[6]



a.



b.

**Slika 3.** a) Šivaći automat za izradu ukrasnog veza SWF MA-6 [6] b) izrađen logo Tekstilno – tehnološkog fakulteta u programu Stilista 2000[5]

## 5. Zaključak

Ukrasni vez ljudskom je rodu poznat stoljećima, pa i tisućljećima. Predstavlja kulturološki i etnološki važnu metodu korištenu pri šivanju odjeće a prelazi i u sferu umjetnosti i narodne baštine. Povijest razvitka ukrasnog veza odražava dva s današnje perspektive izrazito zanimljiva fenomena, s jedne strane razvoj društva i sociološki aspekt odjeće kao odraza društvene klase, bogatstva i obrazovanja te s druge strane tehnološki razvoj i odraz industrije. Prvi fenomen pokazuje kako je čovječanstvo iz tradicionalnog prešlo u moderno, visoko diferencirano, multikulturalno društvo u kojem je znanje dostupno gotovo svakome a bogatstvo i klasa ne igraju ulogu u određivanju tko se može baviti vezenjem. Tradiciji kao rezultatu prošlosti može se suprotstaviti tehnologiju koja je pogled u budućnost. Najbolji se rezultati postižu kad se ta dva fenomena nadopunjuju.

## Literatura

- [1] Čurila, I.: Izrada ukrasnog veza, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Studij u Varaždinu, (2017)
- [2] Wilson, E.: "Embroidery book", Charles Scribner's sons, New York, 1973., 11.04.2017. (str. 4)
- [3] Mahe, Y., "History of embroidery before 1900", <http://www.fashionintime.org/history-of-embroidery-before-1900/>, 11.04.2017. (str. 2)
- [4] Radauš Ribarić, J.: "Vezak vezla... motivi narodnih vezova Hrvatske", Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, 1973., 17.07.2017. (str. 8-19)
- [5] Interni materijali i slike iz tvrtke Štikma d.o.o., 08.09.2017.
- [6] Rogale, D. i sur.: Procesi proizvodnje odjeće, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno tehnološki fakultet, 2011.

## Autori:

Ivana ČURILA, bacc. ing. techn. text.  
Naziv institucije: Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a, Zagreb  
Tel: +(385) (1) 37 12 500

E-mail: [ivana.curila@gmail.com](mailto:ivana.curila@gmail.com)

Josip PETRIC, dipl.ing., predavač  
Naziv institucije: Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a, Zagreb  
Tel: +(385) (1) 37 12 500

E-mail: [josip.petric@tff.hr](mailto:josip.petric@tff.hr)

Kristina MARŠIĆ, dipl.oec., predavač  
Naziv institucije: Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a, Zagreb  
Tel: +(385) (1) 37 12 500

E-mail: [kristina.marsic@tff.hr](mailto:kristina.marsic@tff.hr)

## OD IDEJE DO IZRADE UZORAKA MODNIH DODATAKA INSPIRIRANIH FAUNOM I PRAVNI STATUS NA TRŽIŠTU

### FROM IDEA TO MAKING OF FASHION ACCESSORIES INSPIRED BY FAUNA AND LEGALITY ON THE MARKET

Marsel PONGRAC, Suzana KUTNJAK – MRAVLINČIĆ, Kristina MARŠIĆ

**Sažetak:** U radu je sažeto prikazan proces od ideje do realizacije mini kolekcije unisex modnih dodatka inspiriranih faunom i opisani su pravni oblici putem kojih se ti proizvodi mogu legalno prodati na tržištu. Cilj rada je izrada uzorka modela modnog dodatka prema kojem se može proizvesti proizvod koji je kasnije moguće plasirati na tržištu u skladu s propisima o obavljanju takve djelatnosti. Današnje tržište sadrži širok spektar proizvoda mladih umjetnika i dizajnera, koji prodaju ili svoju ideju ili konačan proizvod, no zbog visokih troškova poslovanja najčešće na zakonom zabranjen način. U eksperimentalnom djelu rada prikazana su idejna rješenja modnih dodatka, idejna rješenja uzoraka materijala inspiriranih faunom u kojima se istražuju mogućnosti izrade aplikacija iskorištavanjem ostataka već upotrijebljenih koža te realizirani uzorci modela ruksaka, remena i torbice oko pojasa.

**Abstract:** This paper presents the process from the idea to the realization of unisex collection of fashion accessories inspired by fauna. The paper also describes legal forms through which fashion accessories can be sold legally. The goal of this paper is making of a sample model of fashion accessories by which the final product can be developed and sold on the market according to the law. Today's market contains a lot of products developed by young designers and artists who, due to high business costs, usually sell either their ideas or their products illegally. The experimental part of this paper presents the conceptual solution of fashion accessories inspired by fauna that explore possibilities of developing applications which use skin, such as backpack models, belts and straps.

**Cljučne riječi:** modni dodaci, fauna, registracija poslovanja, državni zakoni

**Keywords:** fashion accessories, fauna, registered businesses, government's acts

#### 1. Uvod

Modni dodaci su esencijalan dio svakog *outfita* jer kao dodatak odjeći stvaraju i karakteriziraju svaki modni izražaj. Moderno doba u prvi plan stavlja unisex kolekcije odjeće, obuće i modnih dodataka zbog sve većeg zamučivanja granica podjela između muškog i ženskog. Unisex modni dodaci svojom neograničenošću nailaze na širu publiku potrošača pa tako i veću potražnju na tržištu plasirajući novu rodno neodređenu priču. Modni dodaci popularno nazivani i *asesoar* (*eng. accessoire*) uključuju široku skupinu predmeta koji čine sastavni dio odijevanja kao npr. obuća, pokrivala za glavu, rukavice, šalovi, pojasevi, čarape te proizvode određenih namjena; torbe, ruksaci, naočale, kišobrani, nakit i drugo kojima se nadopunjuje konačan izgled ili stil korisnika (*eng. styling*) [1].

Dizajner dolazi do inspiracije na više različitih načina; koristeći odabrane poticaje nevezane uz proizvod koji kreira, spontanom igrom, promišljanjem vezanim uz konkretne materijale, kroj ili ga jednostavno nadahnjuju aktualni trendovi i modne smjernice. Kao poticaj za dizajn mini kolekcije unisex modnih dodataka prikazanih u radu odabrana je fauna koja zbog mnoštvo raznolikih oblika, volumena, uzoraka, tekstura i boja, predstavlja neiscrpan izvor inspiracije za dizajnere. U eksperimentalnom djelu rada prikazana su idejna rješenja dizajna kolekcije, odabir jednog idejnog rješenja te razvoj i realizirani uzorci modela modnih dodataka. Danas, s obzirom na sve veću ponudu raznovrsnih proizvoda na tržištu, ovakvi dizajnerskih proizvodi koje bi dizajneri i umjetnici željeli ponuditi i staviti na tržište opterećeni su operativnim troškovima poslovanja te se kao oblici njihove prodaje i distribucije često koriste zabranjeni kanali trgovine. Subjekti na tržištu prije početka obavljanja djelatnosti trgovine sukladno zakonu moraju istu registrirati. Uz pravni oblik koji će otvoriti, Ministarstvo gospodarstva propisuje i uvjete koje je potrebno ispunjavati prije početka obavljanja ovakve djelatnosti, a odnose se na minimalno - tehničke uvjete kojima moraju odgovarati prodajni objekti, sredstva i oprema te opće sanitarne i zdravstvene uvjete. U nastavku rada opisani su pravni oblici poslovanja putem kojih se kreirani uzorci modela modnih dodataka mogu legalno oglašavati i prodavati na tržištu.

## 2. Pravni oblici poslovanja na tržištu

U gospodarskoj situaciji u kojoj se nalazi Republika Hrvatska i prema svim postojećim i prikupljenim podacima raste tržište sive ekonomije u obliku neregistriranog obavljanja djelatnosti i ilegalnog poslovanja. [2]. Osnovni problem javlja se u trenutku kada se ovakvi dizajnerski i novi proizvodi želi ponuditi i prodavati na tržištu. Troškovi otvaranja poduzeća često djeluju demotivirajuće na razvoj novih proizvoda, odnosno otvaranje novog legalnog entiteta, a postoji i problem akumulacije kapitala. Često pitanje prije pokretanja poduzetničke aktivnosti je pitanje vezano uz oblik i način poslovanja, odnosno koji od oblika poslovanja odabrati s obzirom na njihove zakonske karakteristike, a posebno na troškove osnivanja i iznos početnog kapitala.

Pojam sive ekonomije ima široko značenje i definicije tog pojma idu iz različitih stajališta pri čemu jedan od oblika obuhvaća i obavljanje djelatnosti prodaje i oglašavanja proizvoda bez registracije, a koje aktivnosti su zakonom zabranjene [3]. Dva su osnovna pravna oblika legalnog obavljanje poduzetničkih aktivnosti, i to obrt koji je kao djelatnost vezana uz osobu obrtnika i čije poslovanje je sukladno Zakonu o obrtu [4] i trovačko društvo koje je pravna osoba i čije je poslovanje propisano Zakonom o trgovačkim društvima [5].

Osnivanje obrta kao oblika legalnog poslovanja ima neke prednosti u dijelu troškova u odnosu na otvaranje poduzeća a možemo reći da je to i najjednostavniji način pokretanja poslovanja. Početni troškovi otvaranja obrta su vrlo niski i iznose oko 500 kn (obrtnica i administrativne pristojbe) i obrtnik nije obveznik plaćanja poreza na dobit. Osnovni nedostatak je neograničena odgovornost u poslovanju obrta jer obrtnik za svoje poslovanje odgovara svojom ukupnom imovinom. S druge strane, za veće gospodarske aktivnosti potrebno je otvoriti poduzeće. Sukladno Zakonu o trgovačkim društvima postoje razni oblici poduzeća, a onaj koji je najpoželjniji za ovaj oblik djelatnosti je upravo jednostavno društvo sa ograničenom odgovornošću čije osnivanje ne izaziva velike financijske troškove i čije je poslovanje slično poslovanju obrta. Troškovi otvaranja jednostavnog društva sa ograničenom odgovornošću iznose oko 800 kn.

Najčešći oblik obavljanja djelatnosti na našem tržištu je trgovačko društvo sa ograničenom odgovornošću, međutim otvaranje takvog oblika poduzeća zahtjeva veći početni kapital tako da je možda najbolji izbor poslovanje putem obrta ili jednostavnog društva sa ograničenom odgovornošću s obzirom na visinu početnih troškova.

Obavljanje djelatnosti trgovine uz registraciju zahtjeva i udovoljavanje tog oblika trgovine minimalno tehničkim i drugim uvjetima propisanim za obavljanje djelatnosti trgovine [6]. Republika Hrvatska poticajima za samozapošljavanje pokušava potaknuti registraciju pojedinih gospodarskih djelatnosti kroz pružanje stručne i financijske pomoći s ciljem realizacije poduzetničkih ideja.

## 3. Eksperimentalni dio

U okviru ovog rada osmišljena je mini kolekcija modnih dodataka i prikazana su idejna rješenja dizajna kolekcije, razvoj modela ruksaka, torbe i remena te realizirani uzorci modela unisex modnih dodataka.

### 3.1 Fauna kao inspiracija u dizajnu modnih dodataka

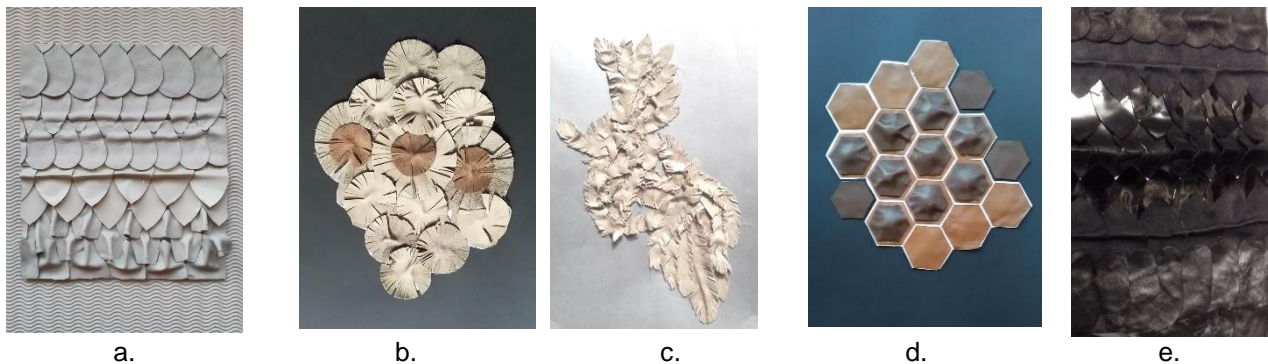
Svijet faune obiluje raznolikošću oblika, volumena i anatomije organizama te kao poticaj pruža neizmjerljivo širok spektar mogućnosti u području promišljanja dizajna nekog proizvoda. Počevši od osnovne podjele organizama na sisavce, ptice, gmazove i kukce vidljivo je mnoštvo bio raznolikosti pa tako i raznolikosti u području forme i oblika određenih grupacija organizama faune. Nužno je naglasiti da svaka od prethodno navedenih grupacija životinja također obiluje varijacijama i različitostima te kao takva predstavlja neiscrpno polje inspiracije i studiranja oblika i volumena organizma, primjerice u porodici ptica odnos između oblika anatomije noja, orla i sjenice. Iako sve tri vrste životinja pripadaju porodici ptica one se bitno razlikuju u formi, ne samo veličinom, već i odnosom proporcija anatomije, siluetom i volumenom određenih dijelova anatomije [7]. Upravo ti volumeni i odnosi između proporcija inspiriraju implementaciju istih u kreiranje modnih dodataka te stvaraju nove dimenzije i proporcije modela koji odstupaju od normativa što pridodaje vizualnu vrijednost modnim dodacima inspiriranim faunom. Fauna je kao inspiracija i trend kontinuirano prisutna na modnoj sceni. Ponekad se prezentira na doslovan način kao primjerice cipela koja imitira izgled ribe (slika 1a) [8]. Animalne teksture kože, ljusaka, perja oduvijek su prisutne i popularne u kreiranju i modnom dizajnu općenito zbog raznolikosti te bogatstva boja, oblika i uzoraka. U oblikovanju modnih dodataka ponajviše do izražaja dolaze gmazovi, reptili i kukci čiji svijet obiluje teksturama u cijeloj paleti boja i kombinacija, pravilnih ljuskastih ili linijskih tekstura koje su posebno zanimljive kako s biološkog tako i geometrijskog gledišta (slike 1b, 1c, 1d) [9].



**Slika 1:** Primjeri modnih dodataka inspiriranih faunom: a) cipela dizajnera Andre Perugia iz 1931. god. b) gležnjače branda Delman iz 1995. god i dizajnerice Nancy Giallombardo iz 1990. god. c) luksuzne torba dizajnerice Adriane Castri i branda Prada [6, 7]

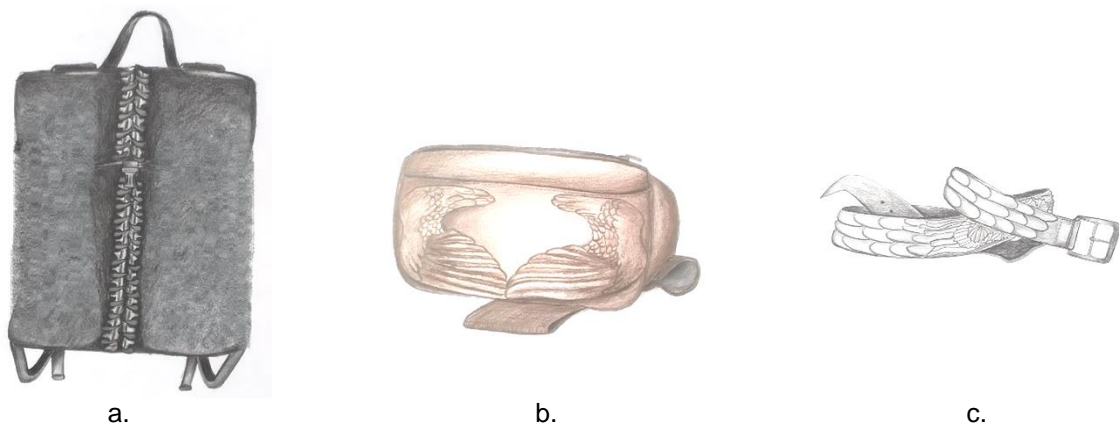
### 3.2 Dizajn kolekcije unisex modnih dodataka

Osmišljavanje autorskih modela započinje kreativnom igrom potaknutom odabranom inspiracijom nizom idejnih skica i brojnih crteža, odabirom najuspješnijih rješenja te razradom prema postavljenim ili odabranim kriterijima. Polazišna ideja procesa dizajniranja ove mini kolekcije modnih dodataka je oblikovanje i izrada reljefnih tekstura inspiriranih animalnim primjerima iz neiskorištenih dijelova već upotrjebljenih koža koji su najčešće manjih dimenzija i nepravilnih oblika (slika 2). Korišteni su ostaci koža akromatskih boja i neutralnih smeđih tonova.



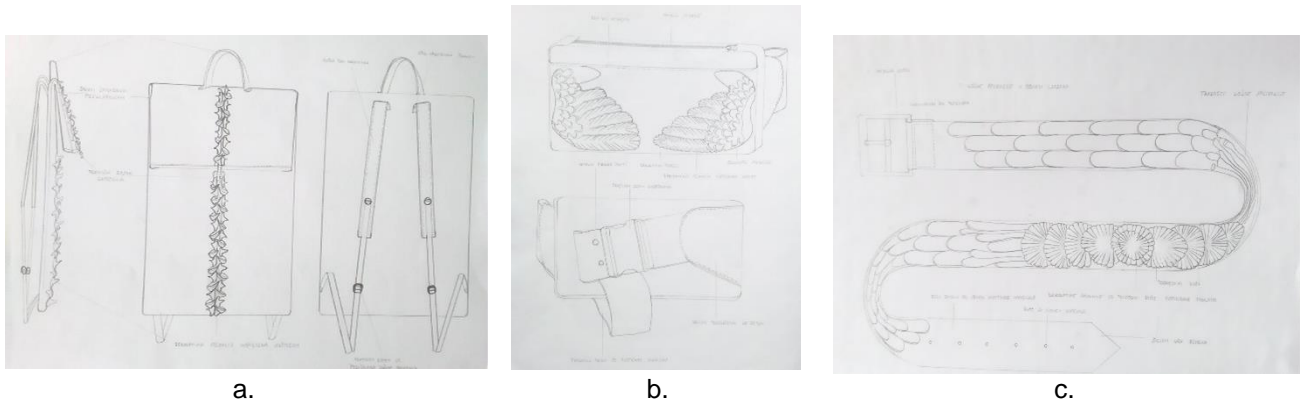
**Slika 2:** Idejna rješenja uzoraka dezena različitih tekstura iz kože: a) tekstura inspirirana kožom reptila b) tekstura inspirirana perjem ptica c) tekstura inspirirana orlovim krilima d) tekstura inspiriran okloпом kornjače i e) tekstura inspirirana ljuskama riba [10]

Nakon izrade tekstura pristupilo se osmišljavanju idejnih rješenja modnih dodataka i to ruksaka, torbi i remena. Oblici su jednostavnih forma kako bi se istaknule oblikovane reljefne teksture aplicirane na pojedine dijelove modnih dodataka. Odabrana inspiracija u kreiranju dekorativne aplikacije ruksaka je tekstura kože reptil (iguana) (slika 3a), torbica oko pojasa inspirirana je orlovim krilima (slika 3b), dok je izvor inspiracije za kreiranje remena tekstura ribe (slika 3c).



**Slika 3:** Idejna rješenja modnih dodataka: a) ruksak b) torbica oko pojasa i c) remen [10]

Planirana je izrada mini kolekcije unisex modnih dodataka koju čine ruksak, remen i torbica oko pojasa. Prema idejnim rješenjima (slika 3) izrađeni su projektni crteži s razrađenim svim detaljima i tehničkim elementima nužnim za daljnji proces razvoja i realizaciju uzoraka modela ruksaka, torbice i remena (slika 4).



**Slika 4:** Projektni crteži modnih dodataka: a) ruksak b) torbica oko pojasa i c) remen [10]

Na temelju projektnih crteža konstruirani su krojni dijelovi predviđenih dimenzija, odabrani je osnovni materijal za izradu uzoraka modela i za teksture aplikacija te potreban galanterijski pribor za realizaciju modela; kopče za ruksak, torbicu i remen, drukeri, trake za remene ruksaka i torbice.

#### 4. Rezultati izrade uzoraka modela modnih dodataka

Za izradu osnove modela ruksaka, torbe i remena korištene su umjetne kože crne i smeđe boje naličaja imitiranih koža reptila, a za teksture aplicirane na modele kože. Dekorativne aplikacije izrađivane su iz neiskorištenih dijelova već upotrjebljenih koža. Operacija iskrojavanja elemenata za apliciranje vršena je strojno na stroju za iskrojavanje (štanci) pomoću noža oblika nepravilnog trokuta za aplikaciju na ruksaku i kruga za aplikacije na remenu te ručno za aplikacije torbice oko pojasa. Komadi aplikacija iskrojivani su od manjih komada goveđe boks i velur kože. Za izradu teksture aplicirane na ruksak iskrojeno je 55 elementa oblika zaobljenih trokuta koji su ritmizirano raspoređeni u sredini ruksaka formirajući dominantnu reljefnu teksturu. Ruksak je realiziran u dimenzijama koje odgovaraju veličini A3 formata s ciljem mogućnosti korištenja ruksaka za sigurno spremanje i jednostavan transport mape tog formata. Mini kolekciju realiziranih modnih dodataka (slika 5) povezuje kombinacija i odnos ravnih, pravilnih plohe s kontrastnim volumeniziranim teksturama.



**Slika 5.** Realizirani uzorci modela unisex modnih dodataka: a) ruksak b) torbica oko pojasa i c) remen [10]

#### 5. Zaključak

U eksperimentalnom dijelu rada razvijena je i realizirana mini kolekcija kožnih unisex modnih dodataka koju čine ruksak, remen i torbica oko pojasa inspiriranih faunom. Odabrani poticaji komponirani su u dizajnu idejnih rješenja modnih dodataka na stiliziran način. Kolekcija predstavlja i moguću osnovu za daljnju razradu i razvoj

prema specifičnim zahtjevima, mogu se realizirati manje serije ili prilagodbom približiti masovnoj proizvodnji. Realizirane uzorke modnih dodatka dizajner može ponuditi, predstaviti ili prodati na tržištu na način poslovanja u skladu sa zakonom.

Pravni oblici u Republici Hrvatskoj su trgovačka društva, obrti i slobodna zanimanja, zadruge, obiteljska poljoprivredna gospodarstva, udruge i drugi oblici čije je poslovanje uređeno Zakonom o trgovačkim društvima,

Zakonom o obrtu, Uredba o računovodstvu neprofitnih organizacija i drugim propisima.

## Literatura

- [1] Donnanno. A.: *La tecnica deo modelli accessori moda*, Ikon Editrice, ISBN 8889628111, Milano, (2004)
- [2] Maršić, Kristina; Oreški, Dijana: *Modelling the size of underground economy in Croatia: fuzzy logic approach* University of Zagreb, 2014.
- [3] Zakon o zabrani i sprečavanju obavljanja neregistrirane djelatnosti („Narodne novine“ 61/2011)
- [4] Zakon o obrtu („Narodne novine“ 143/2013)
- [5] Zakon o trgovačkim društvima („Narodne novine“ 152/11, 11/12, 68/13 i 110/15)
- [6] Pravilnik o minimalno tehničkim i drugim uvjetima koji se odnose na prodajne objekte opremu i sredstva u prodajnim objektima i uvjetima za prodaju robe izvan prodavaonica („Narodne novine“ 66/2009 i 108/2014)
- [7] N. N.: *Životinje – velika ilustrirana enciklopedija*, ISBN 9789531415859, Mozaik knjiga, Zagreb, (2015)
- [8] O'Keeffe. L.; *Shoes, a celebration of pumps, sandals, slippers & more*, Workman, ISBN 978-0-761-0114-7, New York, (1996)
- [9] Blumenthal. E.: *Handbag Designer 101: Everything You Need to Know About Designing, Making, and Marketing Handbags*, Voyageur Press, ISBN-13: 978-0-7603-3973-2, Minneapolis, (2011)
- [10] Pongrac., M.: *Fauna kao inspiracija za kreiranje unisex kolekcije kožnih modnih dodatka*, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Studij u Varaždinu, (2017)

## Autori:

Marsel PONGRAC, bacc. ing. techn. text.

marselpongrac@hotmail.com

Dipl. ing. Suzana KUTNJAK-MRAVLINČIĆ, predavač

suzana.kutnjak-mravlincic@ttf.hr

Dipl.oec. Kristina MARŠIĆ, predavač

kristina.marsic@ttf.hr

Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: +385 1 48 77 365

## TOPLINSKA STABILNOST I OTPORNOST NA SAVIJANJE GOVEĐIH KOŽA ZA IZRADU LICA OBUĆE

### THERMAL STABILITY AND RESISTANCE TO FLEXION BEEF LEATHER FOR MAKING FACES OF FOOTWEAR

Franka ŽUVELA BOŠNJAK; Sandra FLINČEC GRGAC;  
Jadranka AKALOVIĆ; Ariana POMPER & Judita FRANČESKINI

**Sažetak:** Postojanost obućarske nape na savijanje je važno svojstvo povezano sa strukturom kožnog tkiva i dovršnih filmova na licu kože. Stabilnost glatkog lica obućarske nape odnosi se na stabilnost boje i polimernih struktura tankih opni na licu kože izgrađenih tijekom dovršnih tehnoloških operacija obrade kože. U eksperimentalnom dijelu rada ispitana je otpornost na savijanje dvaju uzoraka obućarske nape različitih štava i dovršnih obrada: obućarska napa bojani crust i obućarska napa korigiranog lica. Rezultati ispitivanja pokazali su razlike u otpornosti na savijanje gdje je bolju otpornost pokazao uzorak obućarske nape bojani crust. Ispitni uzorci obućarske nape su podvrgnuti termogravimetrijskoj analizi (TGA) u svrhu sagledavanja njihovih otpornosti na djelovanje topline te praćenja plinovitih produkata razgradnje (TG-IR) tijekom dekompozicije s ciljem povezivanja razlika u sadržaju i strukturi štavni sredstava i dovršnih nasloja s njihovim utjecajem na okoliš.

**Abstract:** The stability of the footwear napa on flexion is an important property associated with the structure of leather tissue and the finishing films on upper side (front side) of leather. Stability of the smooth upper side footwear napa refers to the stability of the dyestuff and the thin layered polymeric structures of the upper side of leather build during the final technological process. In the experimental part, flexion resistance was tested on two samples of footwear napa, differently tanned and finished: footwear napa dyed crust and footwear napa corrected upper side of leather. The test results showed differences in flexion strength and better flexion strength of footwear napa corrected upper side of leather. Test samples of the footwear napa were subjected to thermogravimetric analysis (TGA) for their heat resistance and evolved gases (TG-IR) monitoring during decomposition, with the purpose of linking differences in the content and structure of tannins and finishing additives with their print in nature.

**Ključne riječi:** goveđa koža, obućarska napa, štava, savojna svojstva, TG-IR analize,

**Keywords:** beef leather, footwear napa, tanning, flexion properties, TG-IR analysis

#### 1. Uvod

Obradena životinjska koža je često korišten materijal za izradu obuće, odjeće, galanterije, sjedala u automobilske i avionske industriji, industriji namještaja i dr. Sirova goveđa koža je najzastupljenija u obradi i dobivanju gotove kože za izradu obuće. Važan obućarski artikl za izradu lica gornjišta je obućarska napa. Najčešće sirovine za izradu obućarske nape su goveđe, teleće, juneće sirove kože, koje nakon obrade dobivaju svojstva mekane, pune i podatne gotove kože s glatkim licem različitih dogotova. Bitna mehanička svojstva obućarske nape su: otpornost na pucanje, postojanosti na savijanje, rastezanje i udarna opterećenja. Pored dobrih mehaničkih svojstava važna uporabna i procesna svojstva obućarske nape su mekoća, podatnost, punoća, glatko i stabilno lice, dobra propusnost zraka i vodene pare, dobra probojanost i dr. Navedena svojstva se povezuju s vlaknatom strukturom kožnog tkiva izgrađenog od spleta kolagenskih vlakana, a ovisi o vrsti i kvaliteti sirovine, i o provedenim tehnološkim operacijama obrade [1].

Pokazatelji mikrostrukture koža, kao što su: pravilnost spleta, savijenost, kut ispreplitanja, gustoća spleta, stupanj razdvojenosti i debljina vlakana, određuju fizikalno-mehanička svojstva. Pored navedenih važna su i svojstva koja se odnose na kvalitetu i stabilnost boje i dogotovnih opni na licu gotove kože. Različite vrste dogotovnih obrada daju i različita svojstva njihove stabilnosti u preradi i primjeni [2]. Štavljenje kože bitno utječe na svojstva gotove kože. Vegetabilno štavljena koža je teža od kromno štavljene, teže se boja u svijetlije tonove a vlakna su deblja i punija. Koža koja je nakon štavljenja podvrgnuta procesu međufaznog sušenje ima uporabnu vrijednost i naziv bojani crust.



Karakteristično za bojani crust je transparentno lice kože i osjetljivost na vanjske utjecaje. Zbog zaštite lica kože, postizanja određenih svojstava vezano uz uporabne vrijednosti gotovih koža, lice crust kože je potrebno dogotoviti u procesima završnih obrada gotove obuće nanošenjem različitih emulzija, voskova i dr. sredstava ovisno o željenim efektima i modnim trendovima [2]. U dogotovi lica obućarske nape za izradu gornjišta obuće, često je zastupljena poliuretanska dogotova. Poliuretanska dogotova kao vezivno sredstvo ne koristi čisti poliuretan, već posebne poliadiacijske spojeve koji su nastali ugrađivanjem drugih tvari u njihove lance, i daju različita svojstva gotovih koža. Završni polimerizacijski/poliuretanski sloj je otporan na primanje masnoća, prljavštine i mehaničko djelovanje. Elastičan je, starenjem ne postaje lomljiv, primjenjuje se za kože visokih kriterija trajnosti i izdržljivosti [2].

Otpornost na savijanje važno je svojstvo za procjenu procesnih i uporabnih svojstava obućarske nape kao i za definiranje procesa starenja materijala tijekom primjene i načina regeneriranja tj. njege [3]. Pored ispitivanja promjene na dogotovnim opnama i licu kože, ispitivanje otpornosti na savijanje istovremeno pokazuje stabilnost strukture kožnog tkiva i prirodnog lica kože i njihove međusobne povezanosti. Specifičnost strukture dogotovnih opni različitih polimera na licu kože daje i različita svojstva otpornosti na savijanje. Različite vrste obrada i dogotova kože utječu na njihova mehanička, fizikalno-kemijska i uporabna svojstva, no često imaju negativan utjecaj na okoliš što predstavlja glavni problem kožarske industrije [2]. Zbrinjavanje kožnog otpada je dio problema globalnog zbrinjavanja otpada [4]. Provedene su studije na temu mehanizma razgradnje kože prilikom pirolitičke razgradnje. Praćenje toplinske razgradnje kože do sada je korišteno za identifikaciju povijesnih i kulturnih predmeta izrađenih od kože, procjenu rizičnih utjecaja na okoliš, definiranje razlika između prirodnih i umjetnih koža te u restauraciji povijesnih predmeta [5].

U svrhu određivanja utjecaja različitih procesa štave te utjecaja dogotove kako na uporabna svojstva tako i na okoliš tijekom zbrinjavanja, u radu je provedeno ispitivanje otpornosti na savijanje primjenom fleksometra te termogravimetrijska analiza (TGA) uz praćenje plinovitih produkata razgradnje (TG-IR) s ciljem sagledavanja utjecaja na okoliš.

## 2. Eksperimentalni dio

### 2.1. Opis uzoraka

Za ispitivanja su odabrana dva uzorka goveđe obućarske nape. Goveđa obućarska napa označena kao uzorak GK1 je vegetabilno uštavljena, osnovno obojana koža tamno sive (antracit) boje. Ova napa nije dovršavana prskanjem pigmentiranih dogotovnih sredstava na prirodno lice. Koristi se kao bojani crust, a u dovršnim obradama gotove obuće dovršava se ujedno i lice kože. Goveđa obućarska napa označena kao uzorak GK2 je kromno uštavljena, crne boje kojoj je lice presano i dovršavano polimerizacijskom dogotovom na bazi poliuretana.

### 2.2. Postupak ispitivanja otpornosti na savijanje

Otpornost na savijanje kože i dorada na koži ispitana je prema normi HRN EN ISO 5402-1:2017. metodom fleksometra [6]. Prije ispitivanja provedeno je uzorkovanje prema normi HRN EN ISO 2418:2017 [7]. Za suho ispitivanje savijanja ispitni uzorci nisu kondicionirani prema HRN EN ISO 2419:2012 niti ispitivani u kondicioniranoj atmosferi. Ispitivanja su provedena u laboratorijskim uvjetima temperature 21 °C i relativne vlažnosti zraka 61 % evidentiranim za vrijeme ispitivanja. Ispitivana je otpornost na savijanje suhog i mokrog uzorka. Iskustvenom procjenom odabran je broj ciklusa, za suho savijanje je 50 000, za mokro savijanje 25 000. Ispitani uzorci vizualno su pregledani povećalom na dobrom svjetlu. Promjene su praćene i registrirane i tijekom trajanja ispitivanja. Moguća oštećenja tijekom savijanja su slijedeća:

- promjena obojenja doradnog filma bez daljnjeg oštećenja
- pucanje ili raspucavanje dorade bez širenja oštećenja kroz jedan ili više slojeva dorade
- odljepljivanje doradnog filma na koži
- odljepljivanje između nasloja dorade
- mrvljenje ili guljenje nasloja dorade
- promjena obojenja koja se javlja na doradi uslijed pucanja, mrvljenja ili guljenja [6].

### 2.3. Postupak ispitivanja toplinske stabilnosti

Termogravimetrijska analiza (TGA) uzoraka kože izvedena je pomoću analizatora PerkinElmer kojim je upravljao PC sustav, u atmosferi s protokom sintetičkog zraka (30 % kisika; brzina protoka 60 ml/min).

Termogravimetri (TG) uzoraka dobiveni su u temperaturnom rasponu od 50 °C do 850 °C pri brzini grijanja od 30 °C/min. Prije termičke analize, uzorci koža izrezani su na komadiće prosječne težine 1 mg, a analizirani uzorci težili su približno 6 mg. Uzorci su proučavani i kombiniranom TG-IR tehnikom kako bi se dobio uvid u sastav plinovitih produkata razgradnje. Za TG-IR analizu korištena je termička stanica za analizu plinova opremljena detektorom. Prijenosni vod, stanica prijenosa visoke temperature i TG sučelje držani su pod 280 °C tijekom izvođenja mjerenja kako bi se spriječila kondenzacija plina. Peristaltička pumpa prenijela je nastale plinove uz brzinu protoka od 60 ml/min.

### 3. Rezultati i rasprava

#### 3.1. Rezultati ispitivanja otpornosti na savijanje

Uzorak GK1, pokazao je slabiju otpornost osnovnog obojenja na suho i na mokro savijanje. U tablici 1. prikazani su rezultati oštećenja tijekom savijanja. Promjene na ispitivanim uzorcima praćene su svakih 5000 ciklusa. Otpornost na savijanje suhoga uzorka nakon 7000 ciklusa pokazuje promjene osnovnog obojenja. Promjena osnovnog obojenja na savijanje mokrog uzorka evidentirana je nakon 13 000 ciklusa savijanja. Promatranjem povećalom, na dnevnom svjetlu, nisu uočena nikakva oštećenja lica uzorka niti promjene unutar pregiba uzorka. Na slici 1. prikazan je uzorak GK1 a. prije ispitivanja, b. nakon 50000 suhog savijanja i c. nakon 25000 ciklusa mokrog savijanja. Uzorak GK2, obučarska napa korigiranog lica, pokazao je dobru otpornost na savijanje u suhom i mokrom stanju bez promjena na dogotovnim naslojima i tkivu kože nakon provedenih 50 000 ciklusa savijanja u suhom i mokrom.

Tablica 1: Rezultati mjerenja otpornosti na savijanje uzorka GK1

SUHO SAVIJANJE		MOKRO SAVIJANJE	
Broj ciklusa	Promjene uzorka	Broj ciklusa	Promjene uzorka
5000	nema	5000	nema
7000	početak promjene osnovnog obojenja	7000	nema
10000	promjena osnovnog obojenja	10000	nema
15000	promjena osnovnog obojenja	13000	početak promjene osnovnog obojenja
20000	promjena osnovnog obojenja	20000	promjena osnovnog obojenja
25000	promjena osnovnog obojenja	25000	promjena osnovnog obojenja
30000	promjena osnovnog obojenja		
35000	promjena osnovnog obojenja		
40000	promjena osnovnog obojenja		
45000	promjena osnovnog obojenja		
50000	promjena osnovnog obojenja		



a.

b.

c.

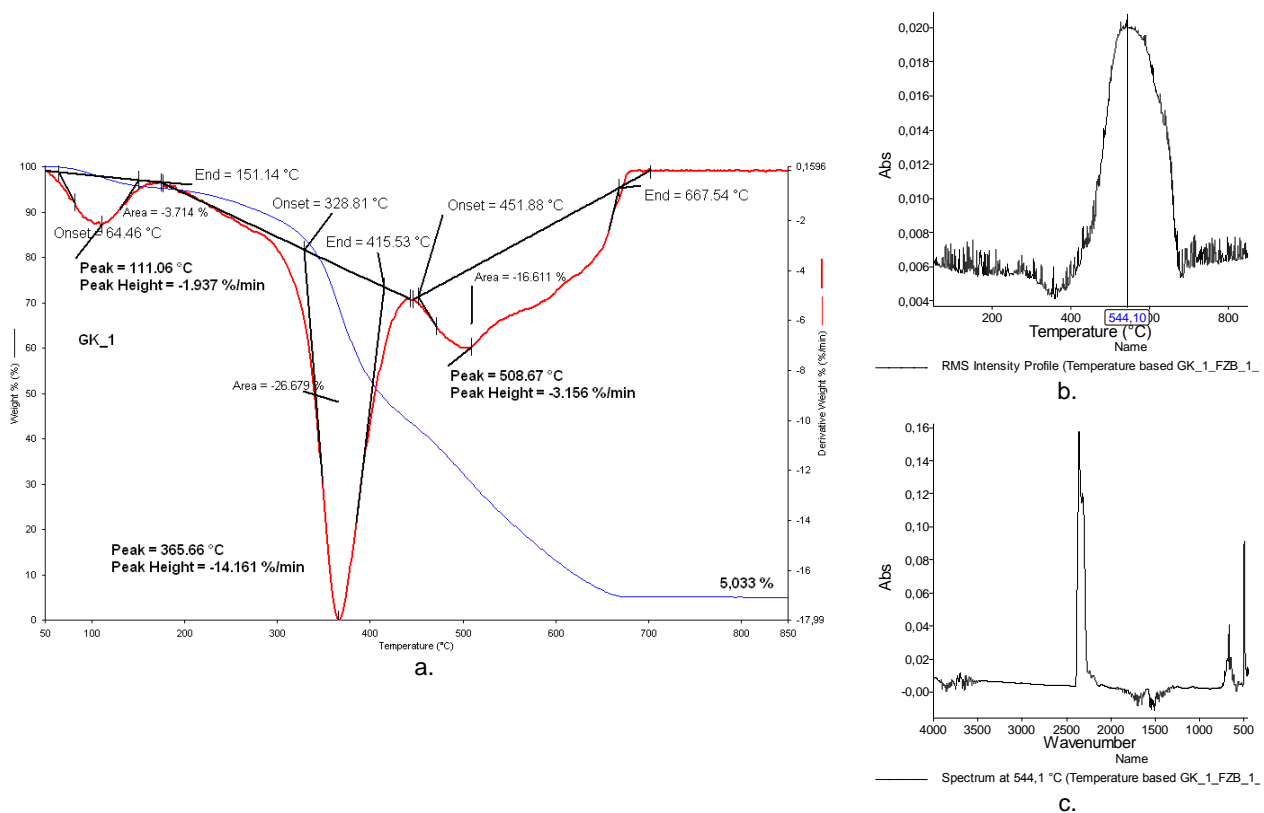
Slika 1: Uzorak GK1 a. prije ispitivanja, b. nakon 50000 ciklusa suhog savijanja, c. nakon 25000 ciklusa mokrog savijanja

### 3.2. Rezultati ispitivanja toplinske stabilnosti

Rezultati termogravimetrijske analize uzorka GK1 prikazani su na slici 2.a. Primjenom derivacije TG krivulje praćena je dinamika razgradnje koja ukazuje da se razgradnja uzorka GK1 odvija u tri razgradbena stupnja. Prvi stupanj razgradnje počinje na 64,46 °C a završava na 151,14 °C. Ukazuje na gubitak nevezane vode iz uzorka te je maksimalna brzina razgradnje u tom stupnju zabilježena pri temperaturi od 111,06 °C uz gubitak mase 1,937 %/min. Drugi stupanj razgradnje počinje na 328,81 °C a završava na 415,53 °C.

Unutar navedenog stupnja zabilježena je najveća dinamika razgradnje pri 365,66 °C te iznosi 14,161 %/min. Vidljiv je nagli pad mase što ukazuje na početak toplinske dekompozicije kože. Posljednji stupanj razgradnje odvija se u rasponu od 451,88 °C do 667,54 °C s značajno manjom dinamikom razgradnje nego u prethodnom stupnju uz gubitak mase od 3,156 %/min pri temperaturi 508,67 °C. Razgradbeni ostatak nakon 850 °C iznosi 5,033 %.

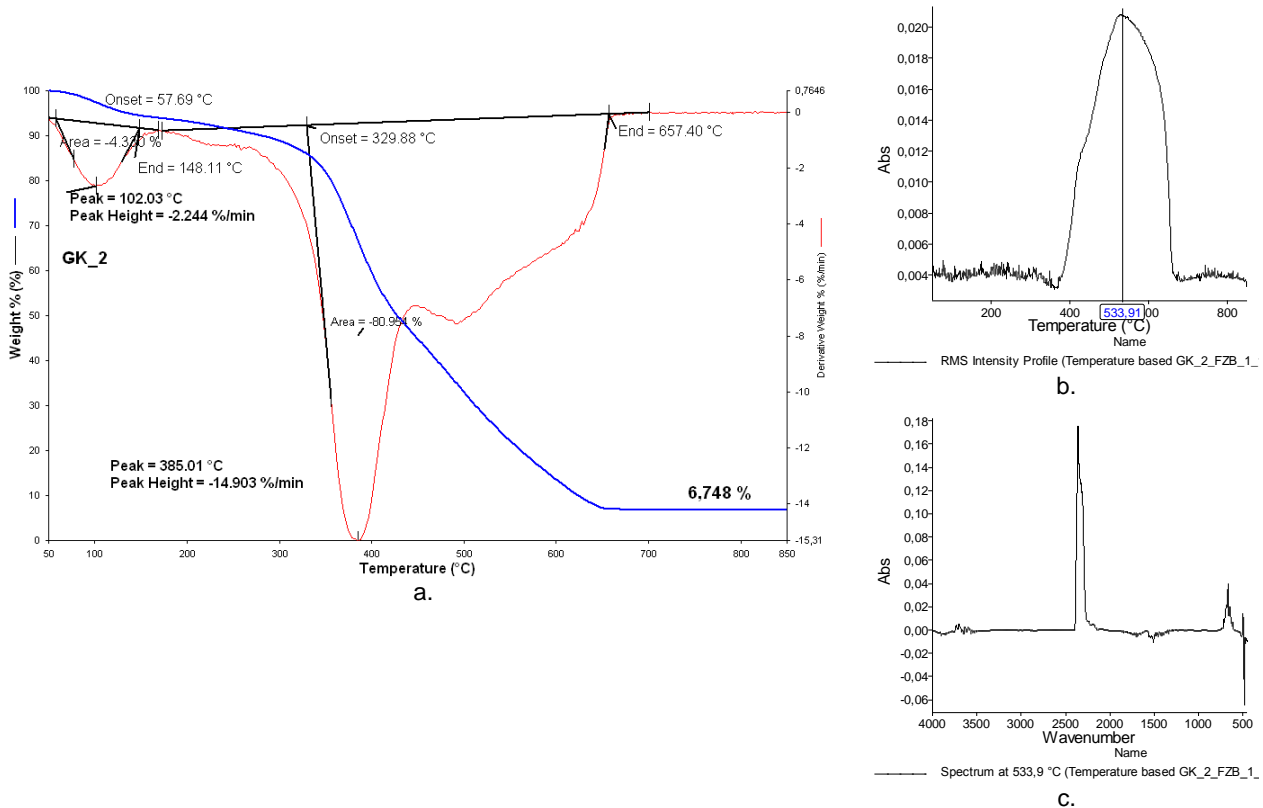
Iz dobivenih grafova prikazanih na slici 2. b. i c. jasno je vidljivo da je veća količina plinovitih produkata zabilježena pri temperaturi 544,1 °C koja pripada trećem stupnju razgradnje. Izmjereni plinovi pri toj temperaturi su CO<sub>2</sub> i CO što jasno upućuje na dekompoziciju kože.



**Slika 2:** a. Termogravimetrijski prikaz razgradnje uzorka GK1, b. Apsorpcijski spektar pri kojem je zabilježena najveća količina plinovitih produkata razgradnje, c. Izmjereni plinovi na IR-u pri temperaturi 544,10 °C

Rezultati termogravimetrijske analize uzorka GK2 dani su grafičkim prikazom na slici 3. a. iz koje je vidljivo da razgradbeni ostatak nakon 850 °C iznosi 6,748 % tj. da je za 1,715 % veći od ostatka uzorka GK1 što upućuje na veću toplinsku stabilnost uzorka koju pripisujemo doradi na licu uzorka. Termogravimetrijska razgradnja se, za razliku od uzorka GK1, odvija u dva razgradbena stupnja. Prvi je u rasponu od 57,69 °C do 148,11 °C uz maksimalnu dinamikom razgradnje pri 102,03 °C koja iznosi 2,244 %/min. Drugi stupanj započinje na 329,88 °C a završava na 657,40 °C. Najveća dinamika razgradnje zabilježena je na 385,01 °C i iznosi 14,903 %/min. Tijekom termogravimetrijske analize praćeni su plinoviti produkti nastali razgradnjom uzorka GK2 prikazani na slici 3. b. i c. Vidljivo je da pri temperaturi 533,91 °C dolazi do pojave veće količine plinova u valnom području od 2359 do 2322 cm<sup>-1</sup> koji pripadaju CO<sub>2</sub> te u valnom području od 2179 do 2110 cm<sup>-1</sup> koji pripadaju CO.

Temperatura pri kojoj dolazi do pojave plinova je viša u odnosu na uzorak GK1 što pripisujemo polimerizacijskoj dogotovi uzorka i njenom utjecaju na usporavanje procesa razgradnje i otpuštanje plinovitih produkata.



**Slika 3:** a. Termogravimetrijski prikaz razgradnje uzorka GK2, b. Apsorpcijski spektar pri kojem je zabilježena najveća količina plinovitih produkata razgradnje, b. Izmjereni plinovi na IR-u pri temperaturi 533,9 °C

#### 4. Zaključak

Tijekom ispitivanja na fleksometru kod uzorka GK1 osnovno obojenje se vidljivo promijenilo od tamno sivog do svijetlo sivog tona. Nestabilnost obojenja povezuje se s vegetabilnom vrstom štave. Ispitivanjem svojstava potvrđena je dobra otpornost na savijanje prirodnog lica kože i kožnog tkiva. Uzorka GK2 pokazuje dobra svojstva otpornosti na savijanje u mokrom i suhom bez zabilježenih promjena unutar ispitivanja do 50 000 ciklusa savijanja. Doradni filmovi i strukture kožnog tkiva nakon provedenog ispitivanja su ostali nepromijenjeni. Rezultati ispitivanja na fleksometru mogu se koristiti kao orijentacione vrijednosti za daljnja ispitivanja radi dobivanja egzaktnih vrijednosti. Prema rezultatima dobivenim termogravimetrijskom analizom uzorak GK2 pokazuje bolju toplinsku stabilnost, što je vidljivo kroz tijek razgradnje i ostatak na 850 °C uz nešto veću količinu zabilježenog CO<sub>2</sub> u odnosu na uzorak GK1. Takvo svojstvo povećane toplinske stabilnosti pretpostavlja se proizlazi zbog primjene kromne štave i poliuretanske dogotove. U daljnjim istraživanjima detaljno će se sagledati mogućnost povećane toplinske stabilnosti s naglaskom na smanjenje količine plinovitih produkata razgradnje.

#### Literatura

- [1] Grgurić H., Vuković T. Bajza Ž. : *Tehnologija kože i krzna*, Zajednica kem., kožarskih, obućarskih, gum. i rud. organizacija, Zagreb, (1985)
- [2] Radanović Z: *Poznavanje kožarskih materijala i njihovo ispitivanje*, Zagreb, (1989)
- [3] T.C. Thorstensen: *Practical LeatherTechnology*, Krieger Publ.Co., Malabar, (1993)
- [4] Yilmaz O. i sur.: Conversion of leather wastes to useful products, *ScienceDirect, Resources, Conservation and Recycling* **49** (2007), str.436–448

- [5] Marcilla A. i sur.: Study of the influence of NaOH treatment on the pyrolysis of different leather tanned using thermogravimetric analysis and Py/GC–MS system, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, **92** (2011) str.194–201
- [6] HRN EN ISO 5402-1:2017 - Koža- Fizikalna i mehanička ispitivanja- Određivanje otpornosti na savijanje metodom fleksometra
- [7] HRN EN ISO 2418:2017- Koža - Kemijska, fizikalna i mehanička ispitivanja i ispitivanja postojanosti - Mjesto uzorkovanja

## Zahvala

Rad je izrađen u okviru Potpore istraživanjima za Tehničko područje Sveučilišta u Zagrebu šifra TP TP8/17 pod nazivom Funkcionalizacija i karakterizacija tekstilnih materijala za postizanje zaštitnih svojstava voditeljice Sandre Flinčec Grgac.

## Autori:

Dipl.ing. Franka Žuvela Bošnjak  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Studij u Varaždinu  
Hallerova aleja 6  
42000 Varaždin  
Tel: +(385) (42) 33 06 76

Fax: +(385) (42) 33 04 50

E-mail: [franka.zuvela.bosnjak@tff.hr](mailto:franka.zuvela.bosnjak@tff.hr)

Dipl.ing. Jadranka Akalović, predavač  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Studij u Varaždinu  
Hallerova aleja 6  
42000 Varaždin  
Tel: +(385) (42) 33 06 76

Fax: +(385) (42) 33 04 50

E-mail: [jadranka.akalovic@tff.hr](mailto:jadranka.akalovic@tff.hr)

Doc. dr.sc. Sandra Flinčec Grgac, doc.  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a  
HR-10000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 48 77 358

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

E-mail: [sflincec@tff.hr](mailto:sflincec@tff.hr)

Dipl.ing. Ariana Pomper  
Ivančica d.d., proizvodnja obuće i trgovina  
Petra Preradovića 12  
42240 Ivanec  
Tel: +(385) (42) 40 22 22

Fax: +(385) (42) 40 22 06

Ing. Judita Frančeskini

E-mail: [judita.franceskini@gmail.com](mailto:judita.franceskini@gmail.com)

Tel: +(385) (98) 92 22 210

## PRIMJENA GEOMETRIJSKIH TIJELA U IZRADI KOLEKCIJE ŽENSKE ODJEĆE

### APPLICATION OF GEOMETRIC AUTHORITIES IN COLLECTION OF WOMEN'S CLOTHES

Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ, Irena ŠABARIĆ, Jelena PETROVIĆ

**Sažetak:** Geometrija kao dio matematike primjenjuje se u različitim područjima. U modi služi kao neiscrpna inspiracija dizajnerima za kreiranje različitih varijacija geometrijskih uzoraka koji se apliciraju na odjeću. Iako su stroge forme i linije karakteristične za mušku modu, one se javljaju i u ženskoj modi. Geometrijska tijela se na različite načine transformiraju u kolekcije, od uzorka koji se u različitim varijacijama aplicira na odjeću u dvodimenzionalnom obliku, pa do 3D formi kao dio odjevnog predmeta. Odjevna forma osim oblika geometrijskog tijela ovisi i o materijalu koji se koristi. Kao rezultat istraživanja prikazana je mini kolekcija „Trigonis“ od 3 odjevna predmeta. Kolekcija je minimalistička, inspirirana geometrijskim tijelima.

**Abstract:** Geometry as part of mathematics is applied in different areas. In fashion it serves as an inexhaustible inspiration to designers to create different variations of geometric patterns that apply to clothing. Though strict forms and lines are characteristic of male fashion, they also appear in women's fashion. Geometric authorities are transformed in different ways in collections, from a pattern that is applied in different variations on clothes in two-dimensional form and up to 3D forms as part of a garment item. The shape other than the shape of the geometric authorities also depends on the material being used. As a result of the research, the mini collection "Trigonis" of 3 garments was presented. The collection is minimalist, inspired by geometrical authorities.

**Ključne riječi:** geometrija, dizajn, konstrukcija odjeće, kolekcija ženske odjeće

**Key words:** geometry, design, garment construction, women's clothing collection

#### 1. Uvod

Geometrijski motivi koristili su se kao dekoracija još u prapovijesno doba. Njime se ukrašavala odjeća, nakit, a neki motivi su imali i simboličko značenje. Njihovo korištenje uočeno je kroz povijest i u svim kulturama diljem svijeta. Izgled i boja motiva mijenjala se ovisno o vremenu u kojem je nastao.

Geometrija je prisutna u našem okruženju pa tako i u modi. Ljudsko tijelo na primjer, može se promatrati kao skup geometrijskih tijela prema kojima se oblikuju odjevni predmeti. Kada bismo ga promatrali kao skup geometrijskih oblika vidjeli bismo kuglu i valjak. Odjevni predmeti mogu sadržavati geometrijski uzorak na sebi ili se na njima može prepoznati prisutnost geometrijskih dijelova kroja. Primjer je vratni izrez koji može biti V-izrez koji podsjeća na piramidu ili trokut i okrugli izrez, što nas podsjeća na kuglu, odnosno kružnicu.



Slika 1: Geometrijska tijela [2]

Prisutne su i linije i pravci koji su također dio geometrije. Čak i samo konstruiranje i modeliranje odjeće se odrađuje pomoću geometrije, pa se može reći da je odjevni predmet kao i ljudsko tijelo sastavljen od geometrijskih elemenata. Geometrijska tijela i likovi neiscrpna su inspiracija dizajnerima, slika 1. Koriste ih kod oblikovanja odjavnog predmeta, kao uzorak koji se aplicira na odjeću i za pojedine elemente koji su dio odjeće. Osim za odjeću koriste se kao inspiracija i za modne dodatke poput torbi, cipela, nakita [1].

## 2. Primjena geometrije u dizajnu odjeće

U području konstrukcije, modeliranja i dizajna, geometrija se javlja na više načina:

- Površinska geometrija – korištenjem tkanina s geometrijskim motivima
- Unutarnja geometrija – sadržana u konstrukciji kroja
- 3D geometrija – postiže se krojem, a ogleđa u formi odjeće [1]

### 2.1. Površinska geometrija u području dizajna - Geometrijski uzorak

Najčešća upotreba geometrije kao inspiracije u modi je u obliku motiva različitih geometrijskih uzoraka koji se u obliku *tiska* apliciraju na tekstil od kojeg se kasnije kroji odjevni predmet ili u obliku nekog raporta na pletivu ili tkanini. Dolaze u različitim dimenzijama, količini, rasporedu, mogu činiti raport ili slučajaj raspored, slika 2. Najčešći uzorci su pruge (linije), točkice (kružnice), kockice (kvadrati), trokuti [1].



Slika 2: Primjer geometrijskog uzorka na odjeći [3]

#### 2.1.1. Op Art – Optički stil

Op Art (optička umjetnost) je umjetnički pravac nastao krajem 50-ih i početkom 60-ih godina 20. stoljeća. Op art je umjetnički pravac moderne umjetnosti koji je proizišao iz konstruktivističke apstrakcije suprematizma, koji u čisto geometrijskim formama prikazuje optički promjenljive izgleda boja i svjetlosti. Op art slike daju iluziju kretanja i treperenje. Umjetnici djela optičke umjetnosti koriste poznavanje geometrije, matematički pravilnih oblika i optike, djelovanje boje na čovjekov vid. Trude se da pomoću vrlo često samo crno bijelih geometrijskih obrazaca i plošnih formi dosegnu optičke iluzije i utisak pokreta ili nestabilnosti.

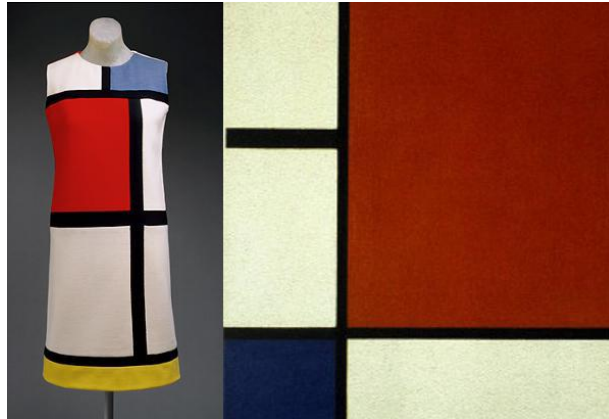


Slika 3: Kolekcija Marca Jacobsa proljeće/ljeto 2013. inspirirana optičkom umjetnošću [5]

Umjetnici optičke umjetnosti koristili su se znanjima iz geometrije i optike. Ispočetka su radili samo crno-bijele slike, na kojima su postavljali geometrijske likove da postignu optičku iluziju i dojam pokreta ili nestabilnosti. Značajka optičke umjetnosti je njena primjenjivost u svim pravcima umjetnosti i mode. Jedan od primjera prikazan je na slici 3 [4].

### 2.1.2. Piet Mondrian kao inspiracija

Umjetnički pokret Neoplasticizam ili *De Stijl*, čije je predstavnik nizozemski slikar Piet Mondrian imao je utjecaj i na modni svijet. Naglasak pokreta je na apstrakciji i univerzalnosti prikaza što se svelo na boje i forme te ideji reda i harmonije. Mondrianova kompozicija kasnije je bila inspiracija u mnogim područjima dizajna pa tako i u modi, koja kolorističkom perspektivom stvara 3D dojam. Primjer haljine YSL iz 1961. godine inspirirane radom P. Mondriana prikazan je na slici 4 [6].



Slika 4: Haljina YSL-a iz 1961 [7]

### 2.2. Unutarnja geometrija – u konstrukciji kroja

Kod samog konstruiranja temeljnog kroja poštuju se zakoni geometrije. Crtanjem linija, pravaca i kutova dobivaju se geometrijski likovi poput pravokutnika, kvadrata. Može se zaključiti da je odjevni predmet sastavljen od takvih likova, djelomično ili potpuno. Primjer je suknja punog kruga čiji i naziv ukazuje na geometrijski oblik, odnosno kružnicu koja je i temeljni kroj iz kojeg se takva suknja konstruira. Kada nosimo takvu suknju, možemo reći da nosimo geometrijski lik koji se iz dvodimenzionalnog plošnog proizvoda pretvara u trodimenzionalni. Kada takav odjevni predmet stavimo na ljudsko tijelo ono dobiva svoj 3D oblik i svoj volumen ovisno o vrsti tekstilnog plošnog proizvoda od kojeg je izrađen.



Slika 5: Nastya Tempinskaya 2013. primjer 3D forme [8]



Slika 6: Gareth Pugh Kolekcija proljeće/ljeto 2007. [8]



Također i tijekom modeliranja je prisutna geometrija. Na primjer kod proširenja suknje ili haljine, rezanjem je proširimo za određenu širinu, te ta proširenja imaju oblik trokuta, a sami krojni dijelovi mogu imati oblik nekog geometrijskog tijela, najčešće trokuta. Isto tako šavovi na odjevnom predmetu mogu se modelirati da čine geometrijske oblike kao piramida šav. Slike 5. prikazuju primjenu geometrije u modi, a slika 6 prikazuje primjenu geometrije na kroju [8].

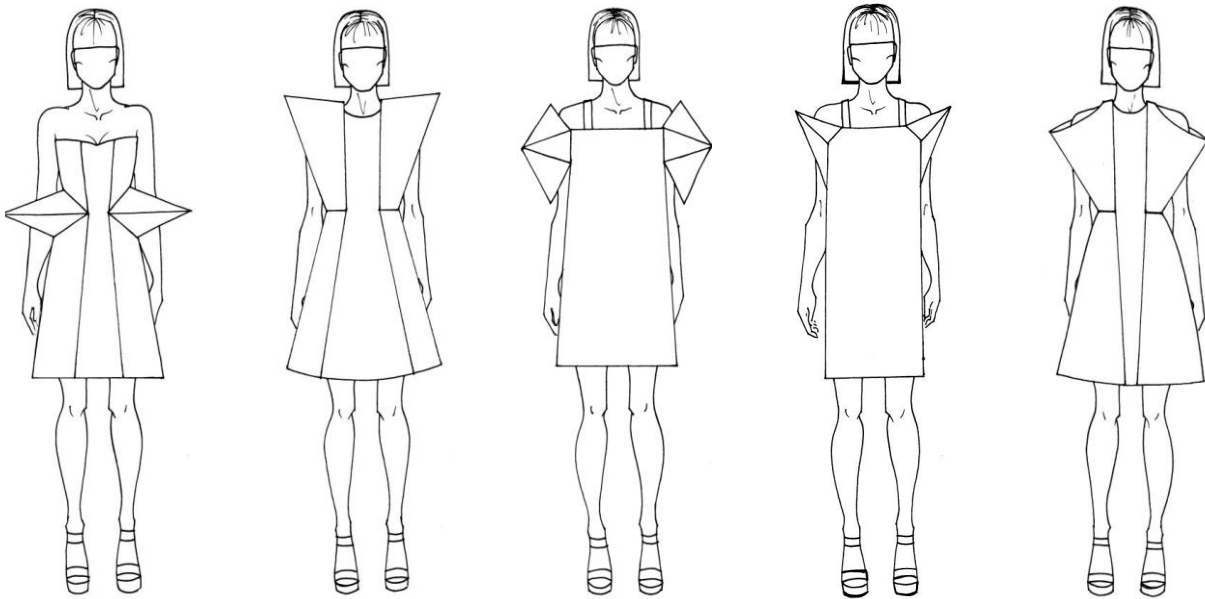
### 3. Eksperimentalni dio

U eksperimentalnom dijelu izrađena je kolekcija temeljem geometrijskih tijela u kroju. U kreativnoj igri prikazano je pet skica modela haljina.

#### 3.1 Kreativna igra

Kreativna igra je neizostavan korak u kreiranju vlastite kolekcije. Kroz nju razrađujemo temu koja služi kao inspiracija. Sastoji se od niza spontanih skica koje kasnije razrađujemo do željenog oblika. Na kraju se odabire jedna ili više skica koje se vizualno izdvajaju od ostalih. Te skice se nazivaju pregnantni oblik. Glavna inspiracija za ovu kolekciju bila su geometrijska tijela piramida i stožac koja su se transformirala u odjevni oblik ili dio njega, najčešće rukav. Kao rezultat kreativne igre odabrano je pet modela haljina koji su dio minimalističke kolekcije „Trigonis“, slika 7.

Kolekcija je inspirirana geometrijskim tijelima, stošcem i piramidom, čiji su elementi prisutni na svakoj haljini najčešće u formi rukava ili elemenata u struku. Rukavi imaju svoj volumen i šire se u prostor. Haljine su većinom A-kroja ili jednostavnog ravnog kroja, izrađena od tkanine keper veza crne boje [9].

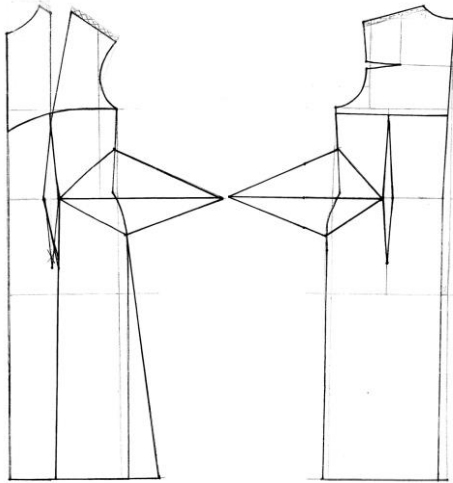


Slika 7: Odabrani modeli iz kolekcije „Trigonis“

### 4 . Rezultati i rasprava

Iz razrađene kolekcije odabrana su dva modela haljine. Za svaki od navedena dva modela prikazana je konstrukcija i modeliranje osnovnog kroja haljine modela 1 i modela 3. Prednji dio haljine sastoji se od devet krojnih dijelova. U području struka sa svake strane sadrži trokute koji se šavom spajaju s ostatkom haljine. Cijelom haljinom se proteže šav koji gornji i donji dio haljine dijeli na tri dijela.

Donji dio širi se u A-liniju i seže do malo iznad koljena. Stražnji dio haljine sastoji se od sedam krojnih dijelova. Gornji dio sadrži šav duljine do struka, a donji dio ušitak duljine od struka do bokova. Haljina kao i na prednjem dijelu u struku sadrži trokute spojene šavom sa trokutima prednje strane. Patentni zatvarač se nalazi u šavu koji se proteže sredinom leđa, slika 8. i 9.

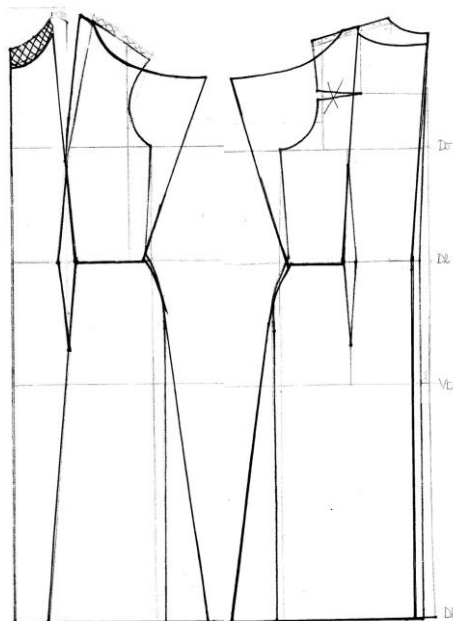


**Slika 8.** Konstrukcija i modeliranje modela 1



**Slika 9.** Realiziran model haljine 1

Model haljine 5 je inspiriran stošcem. Prednji dio haljine sastoji se od pet krojnih dijelova. Široki rukavi oblika stošca koji se šavom spajaju sa središnjim dijelom. Haljina ima šav koji se proteže sredinom haljine od ramena pa sve do duljine haljine gdje se prema sredini sužava. Sa lijeve i desne bočne strane haljina je rezana u struku i širi se u A-liniju. Duljinom seže do malo iznad koljena. Stražnji dio sastoji se od četiri krojna dijela. Također ima široke rukave oblika stošca koji se šavom spajaju s rukavima prednjeg dijela. Rezana je u struku i ima patentni zatvarač na sredini leđa, slika 10 i 11. [10].



**Slika 10:** Konstrukcija i modeliranje modela 5



**Slika 11:** Realiziran model haljine 5

## 5. Zaključak

Geometrija, iako je grana matematike, česta je inspiracija u umjetnosti i modi. Iako su stroge forme i linije karakteristične za mušku modu, one se javljaju i u ženskoj modi. Geometrijska tijela se na različite načine primjenjuju u kolekcijama odjeće. Od geometrijskog uzorka koji se u različitim varijacijama aplicira na odjeću u dvodimenzionalnom obliku, pa do 3D forme kao dio odjevnog predmeta. Forma osim oblika geometrijskog tijela ovisi i o materijalu koji se koristi. Odabirom krutog materijala poput tkanine u keper vezu dobivamo čvrstu strukturu geometrijskog tijela, a odabirom materijala dobrog pada, poput mikrofibre geometrijsko tijelo gubi svoju strogu strukturu, mijenja se i nije prepoznatljiv na prvi pogled. Možemo zaključiti da će geometrija i dalje biti prisutna u modi i služiti kao inspiracija mnogim dizajnerima za stvaranje novih kolekcija.

Kao rezultat istraživanja proizašla je mini kolekcija „Trigonis“ od 5 odjevnih predmeta. Kolekcija je minimalistička, inspirirana geometrijskim tijelima, stošcem i piramidom. Odjevni predmeti su izrađeni od crne tkanine u keper vezu koji zadržava formu dobivenu modeliranjem. Iz kolekcije se može razviti još mnogo modela samo promjenom vrste materijala, ali i minimalnim promjenama kroja.

## Literatura

- [1] Geometrija i moda, dostupno na <http://www.slideshare.net/razrednamarina/geometrija-i-moda-31507380>
- [2] Geometrijska tijela, dostupno na <http://www.idadidacta.hr/geometrijska-tijela-u-boji-14-kom-2518>
- [3] Prugehttp, dostupno na [http://zena.rtl.hr/clanak/moda/prugice\\_i\\_intenzivne\\_boje\\_mango\\_ljetni\\_lookbook\\_2011/4878](http://zena.rtl.hr/clanak/moda/prugice_i_intenzivne_boje_mango_ljetni_lookbook_2011/4878) //
- [4] Op art, URL, dostupno na <http://www.wmagazine.com/fashion/2013/01/op-art-inspired-fashion/>
- [5] Marc Jacobs kolekcija dostupno na <http://tomandlorenzo.com/2012/09/marc-jacobs-spring-2013-collection/>
- [6] Mondrian kao inspiracija, dostupno na <https://artisticusj.wordpress.com/2013/04/28/geometric-trend-in-fashion-mondrian-inspiration/>
- [7] Mondrian haljina dostupno na <http://www.metmuseum.org/toah/works-of-art/C.I.69.23/>
- [8] Futurizam, dostupno na <http://work.chron.com/futurism-fashion-2999.html>
- [9] Ujević D., Rogale D., Hrastinski M.: Konstrukcija i modeliranje ženske gornje odjeće, Tehnike konstruiranja i modeliranja odjeće, Tekstilno- tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zrinski d.d., Čakovec, ISBN 978-953-7105, Zagreb, 2010.
- [10] Petrović, J.: Transformacija geometrijskih tijela u kolekciju, Završni rad, Zagreb, Tekstilno-tehnološki fakultet, 2016.

## Autori:

Dr. sc. Blaženka BRLOBAŠIĆ ŠAJATOVIĆ  
Tekstilno tehnološki fakultet  
Sveučilište u Zagrebu  
Prilaz baruna Filipovića 28a  
Tel: +(385) (1) 3712 561

E-mail: [blazenka.brlobasic@tff.hr](mailto:blazenka.brlobasic@tff.hr)

Doc. dr. sc. Irena ŠABARIĆ  
Tekstilno tehnološki fakultet  
Sveučilište u Zagrebu  
Prilaz baruna Filipovića 28a  
Tel: +(385) (1) 3712 554

E-mail: [irena.sabarc@tff.hr](mailto:irena.sabarc@tff.hr)

Jelena PETROVIĆ  
Tekstilno tehnološki fakultet  
Sveučilište u Zagrebu  
Prilaz baruna Filipovića 28a

## FILCANJE ŠEŠIRA VUNOM BOJADISANOM PRIRODNIM BOJILOM ESTRAHIRANIM IZ *DACTYLOPIUS COCCUS*

### FELTING HAT WITH WOOL DYED WITH NATURAL DYESTUFF EXTRACTED FROM *DACTYLOPIUS COCCUS*

Marija LEŠ; Ana SUTLOVIĆ; Martinia Ira GLOGAR & Snježana VEGO

**Sažetak:** Prirodnom košenil bojilu životinjskog podrijetla ekstrahiranom iz *Dactylopius coccus* ispitana su bojadisarska svojstva te je obojadisana vuna korištena u svrhu izrade filcanog šešira. Istaknute su glavne karakteristike vune kao tekstilnog vlakna te se kroz morfološku građu vunenog vlakna objašnjava proces filcanja. Opisuje se tehnika filcanja kao drevna vještina za koju možemo reći da pripada hrvatskoj baštini, jer korijene ima u prošlosti kada su se odjevni predmeti prvenstveno izrađivali od vune. Opisana je tehnika izrade zračne čipke, koja je formom jednostavna, ali zahtjevnija za realizaciju te iziskuje mnogo vremena i truda. U ovom radu zračna čipka je korištena kao dekorativni dodatak na filcanom šeširu. Šeširi su kroz povijest uvijek imali svoje značenje i definirali status osoba u društvu. Vuna je bojadisana prirodnim košenil bojilom uz predobradu metalnim solima (močilima). Opisan je postupak predobrade metalnim solima i postupak bojadisanja vune te su navedeni procesni parametri pri kojima se provodio eksperimentalni dio koji je potkrijepljen usporedbom dobivenih rezultata. Primjena prirodnih bojila bila je poznata prije više tisuća godina i ona su bila glavna bojila za bojadisanje tekstila, sve do druge polovice 19. stoljeća kada se razvijaju prva sintetska bojila i prirodna bojila odlaze u zaborav. Važnost i uloga ovog bojila, koja je kroz povijest mijenjala značenja, bila je inspiracija stvaranju novog i funkcionalnog predmeta, potpuno prilagođenog današnjem vremenu, ali s naglaskom na prirodno, pritom koristeći stare tehnike izrade materijala.

**Abstract:** Natural cochineal dye of animal origin extracted from *Dactylopius coccus* was tested and used for the purpose of dyeing wool used to make a felt hat. Main characteristics of wool as a textile fibre are specified, as well as its specificities compared to other types of fibre and its behaviour in the felting process. Felting techniques are described as an ancient skill that can be regarded as part of the Croatian cultural heritage because it was used in times when clothing was made exclusively from wool. The technique of making air lace is described in detail. Although in itself very simple, the technique is nevertheless fairly demanding and requires a lot of time and effort. In this case, air lace was used as a decorative addition to the felt hat. Hats have always had a special meaning in defining the status of a person within a society. Natural cochineal dye and wool as textile material were treated here within the dyeing process, which was preceded by treatment with metal salts (mordants). The description is given of both the pre-treatment with metal salts and the wool dyeing process. The paper lists the process parameters and the instruments and devices used in the experimental part, which is substantiated by the comparison of the results obtained. The use of natural dyes was known many thousands of years ago and they were the main dyeing dyes for textile dyeing, until the second half of the 19<sup>th</sup> century when the first synthetic dyes were developed and the natural dyes were forgotten. The importance and role of this dye, which has changed its meaning through history, was an inspiration for the creation of a new and functional item, fully adapted to today's time, but in focus on the natural, while using old techniques of making materials.

**Ključne riječi:** košenil bojilo, bojadisanje, *Dactylopius coccus*, filcanje, šeširi.

**Keywords:** cochinea dyestuff, dyeing process, *Dactylopius coccus*, felting, hats

#### 1. Uvod

Inspirirana prirodnim košenil bojilom dobivenim iz štitastih ušiju nastala je ideja o realizaciji gotovog proizvoda bojadisanog upravo tim bojilom. Prvobitna ideja je zaživjela bojadisanjem ovčje vune, koja je jedna od prvih tekstilnih sirovina koja se koristila za izradu funkcionalnih odjevnih predmeta.

Potom koristeći drevnu metodu filcanja za izradu tekstilije koja je naposljetku oblikovana u šešir. Upotreba košenila i danas postoji, a najčešće se može naći u kozmetičkoj industriji jer se koristi u proizvodnji proizvoda za njegu kose i kože, farmaceutska industrija koristi košenil bojilo za bojadisanje pilula i masti, a nerijetko to bojilo nalazimo i u proizvodnji hrane.

## 1.1 Šeširi kroz povijest

Šeširi su nezaobilazan odraz mode i stila odijevanja nekog vremena, a njihovi vlasnici sudjelovali su u razvoju i oblikovanju tadašnjeg društva. Osim kao modni detalj, pokrivala za glavu imala su i funkcionalnu ulogu. Tako kuharska kapa, zaštitna kaciga ili kruna mogu biti dio neke uniforme, ali i simbol po kojem prepoznamo određeno zanimanje ili status osobe [1]. Proizvodnja filcanih šešira je vrlo stara industrija. Prema nekim navodima potječe još iz doba Rimljana. Do početka 20. st. sve faze proizvodnje filcanih šešira obavljale su se ručno, ali tehnološkim napretkom proizvodnja filcanih šešira pojednostavljuje se i svaka se faza izvodi strojno. No i dalje je uvriježeno mišljenje kako su šeširi bolje kvalitete kada se proizvodnja istih bazira u potpunosti na ručnom radu [2].

## 1.2 Dobivanje grimiznog bojila i njegova povijest

Povijesno gledano, najskuplja i najcjenjenija prirodna bojila bila su grimiz i purpur koja su se dobivala iz žlijezda morskih puževa volaka (*Murex brandaris* i *Murex trunculus*) te štitastih uši (*Dactylopius coccus*) [3]. Grimiz je, za razliku od purpura, jarko crvena, živahna i privlačna boja. Grimiz je bojilo kemijski drugačije, ni slično purpurnom bojilu. Riječ grimiz arapskog je podrijetla. Od arapske riječi *al qirmiz* i *al qermes*, nastala je turska *kirmiz*, a od nje *grimiz* na hrvatskom [4]. Grimizna se crvena boja, naime, dobivala od štitastih uši, *Coccus ilicis*, na crniki koja raste na Sredozemlju i Bliskom istoku, vrste *Quercus coccifera*. Kemičari su tvar grimiznog bojila nazvali kermesovom kiselinom. Bili su uvjereni da je srodna alizarinu, crvenom bojilu bročeva korijena, poznatom još drevnim Egipćanima. I grimizno je bojilo bilo skupo, ali vrlo traženo, osobito u doba renesanse kad je u modi bila odjeća jarkih boja [4]. U tom pogledu otkriće Amerike bio je velik događaj. Istraživači, u pratnji španjolskih osvajača, u Meksiku su otkrili na kaktusima, vrstu *Oportunia*, uš čija je ženka sadržavala deset puta više crvenog bojila od one sa crnike. Španjolci su je nazvali *cochinila*, Francuzi *cochenile*, a od toga su naziva i nazivi na ostalim jezicima, pa i *košenil* na hrvatskom [4]. Košenilske uši imaju mekano tijelo, ovalnog oblika, a hrane se vlagom i hranjivim tvarima kaktusa. Insekt se razvija iz jajašca uši koje s vremenom postanu ličinke. One za vrijeme rasta sišu sok biljke, a za kaktus se prihvaćaju bjeličastom voštanom masom (sl. 1.a.) koja ih štiti od isušivanja i napada drugih insekata. Tako su košenilske uši bijele ili sive boje izvana, a tijelo kukaca i njegove ličinke proizvodi crveni pigment koji čini unutrašnjost insekta tamnoljubičastim (sl. 1.b.) [5].



a. Bijela voštana masa na ličinkama [6]



b. Sok koji izlučuju ličinke košenila [7]

**Slika 1:** Uzgoj košenilskih ušiju na kaktusu

Postoje dvije metode uzgoja košenila: tradicionalni i kontrolirani. Košenili se uzgajaju na tradicionalan način sadnjom zaraženih kaktusovih jastučića ili namjernim širenjem zaraze postojećih kaktusa s košenilima i ručnom berbom insekata. Kontrolirana metoda koristi male košare koje se nazivaju "zapotec" gnijezda, postavljena na domaćinu kaktusu. U oba slučaja košenili moraju biti zaštićeni od grabežljivaca, hladnoće i kiše. Ciklus traje 3 mjeseca tijekom kojeg se kaktusi čuvaju pri konstantnoj temperaturi na 27 °C. Nakon završetka ciklusa, novi naraštaji su spremni za ponovni početak ili se suše za proizvodnju bojila [8].

## 2. Eksperimentalni dio

### 2.1 Prirodno bojilo košenil

Prirodno bojilo košenil je po svom kemijskom sastavu karminska kiselina.  
Trgovački naziv: Carnimne powder,  
Proizvođač: Naturex  
Dobavljač: Brenntag, Hrvatska  
Botanički naziv: *Dactylopius coccus*  
EU oznaka: bojilo E120 ili bojilo: Carmine  
Ton boje: grimiz

Topljivosti: topljivo u vodi

Mikrobiološka ispitivanja: zadovoljava u skladu s primjenom - bojilo za hranu

## 2.2 Izbor močila (soli metala)

U tablici 1 prikazane su oznake soli metala koje su korištene kao močila.

Tablica 1: Močila (soli metala)

Oznake	Sol metala	Formula spoja	Proizvođač
Al	Kalij-aluminij-sulfat-dodekahidrat p.a.	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	Kemika, Zagreb
Cu	Bakrov(II) sulfat pentahidrat p.a.	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Kemika, Zagreb
Fe	Željezov(II) sulfat heptahidrat p.a.	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	Kemika, Zagreb

## 2.3 Izrada zračne čipke

Zračna čipka izrađena je tehnikom strojnog šivanja preko podloge s koncem. Podloga, koja je topiva u vodi, kod šivanja šivaćim strojem ima funkciju privremene podloge, koja je u daljnjem postupku odstranjena. Za tu je tehniku značajno da niti jedan uzorak nikad ne ispadne isti već stalno nastaju novi oblici. Čipke su rezultat kreativnog rada i tvore unikatne tekstilije [9].

## 2.4 Filcanje

Za izradu tekstilnih materijala tehnikom filcanja potreban je sapun, voda, vuna, razvijena vještina i znanje. Postoji više vrsta filcanja, a najčešće se primjenjuje mokro i suho filcanje s iglama. Tehnika filcanja stara je više od 8000 godina i njome se mogu izrađivati tekstilije različitih namjena [10].

Filcanje je tehnika prerade vune koja se temelji na tome da se vlakna urone u alkalnu kupelj (otopina sapuna) i mehanički pokreću prilikom čega se razvija toplina i vlakna se zbog svoje specifične strukture površine (prisustvo ljuski) međusobno zmrse i stvore čvrstu strukturu - pust (filc). Na kraju se dobije gust i neraskidiv materijal [11].

Struktura morfologije vunenog vlakna vrlo je karakteristična, i sastoji se od tri osnovna dijela: kutikula - vanjski omotač, korteks - glavni dio vlakna i srž ili medula - kanal koji se proteže središtem vlakna (prisutna samo kod grubih vunenih vlakana). Kutikula je građena od kutikularnih stanica ljuskavog izgleda - ljuski. To je razlog velikoj sklonosti pustenju vunenih materijala, osobito finih vunenih vlakana [12].

Kod izrade filca (pusta) za šešir postupak se ponavlja, tako da se dodaje vruća voda i sapun te se valjkom prelazi preko vune (sl. 2.a). Postupak je dugotrajan i zahtijeva dosta vremena i vještine npr. za izradu filca za šešir potrebno je 4 do 5 sati rada. Kad je vuna čvrsta, kompaktna i kad se vlakna ne odvajaju iz filca, ispire se i stavlja na kalup na kojem se suši (sl. 2.b).



Slika 2: Izrada filcanog šešira; a. - Proces filcanja vune; b. - Sušenje filcane vune na kalupima

### 3. Rezultati i rasprava

#### 3.1 Predobrada uzoraka vune

Filcani i nefilcani uzorci vune obrađeni su sa 3% močila (obzirom na masu materijala) metalnim solima opisanim u tablici 1. Ovakvim uzorkovanjem dobiveno je 8 uzoraka tj. nefilcani i filcani uzorci: neobrađeni metalnim solima, predobrađeni aluminijem (Al), bakrom (Cu) i metalnim solima željeza (Fe).

#### 3.2 Bojadisanje uzoraka vune prirodnim košenil bojilom

Proces bojadisanja vune proveden je u laboratorijskom aparatu Polycolor, Mathis. Bojadisanje je provedeno sa 4% bojila na masu materijala pri pH 4,5 (podešeno sa 10% CH<sub>3</sub>COOH) i pri pH 2,5 (podešeno sa 2% HCl) uz OK 1:40, na temperaturi 100 °C, u vremenu od 60 min.

Nakon procesa bojadisanja provedenog pri pH 4,5 niti jedan uzorak nije bio intenzivno obojen (sl.3.a). Točnije, nije bilo značajnih promjena u obojenosti između vunениh uzoraka jer proces bojadisanja nije proveden u pH području nižem od izoelektrične točke vunениh vlakana (< 4,5). Promjena u dubini obojenja rezultat je primjene metalnih soli u procesu predobrade.

Nakon drugog procesa bojadisanja pri pH 2,5 dobiveno je zadovoljavajuće iscrpljenje kupelji. Dodatno, korištenjem različitih močila nastaju metalni kompleksi različitih obojenja (sl. 3.b). Također, već vizualnom procjenom se uočava da proces filcanja ne utječe na dobiveni ton boje.



a. Uzorci bojadisanja kod pH 4

b. Uzorci bojadisanja kod pH 2,5

Slika 3: Vuneni uzorci bojadisani prirodnim košenil bojilom kod različitih pH vrijednosti

#### 3.3 Određivanje kolorističkih parametara obojadisanih uzoraka

Tablica 2: Koloristički parametri uzoraka vune nakon procesa bojadisanja pri pH 4,5

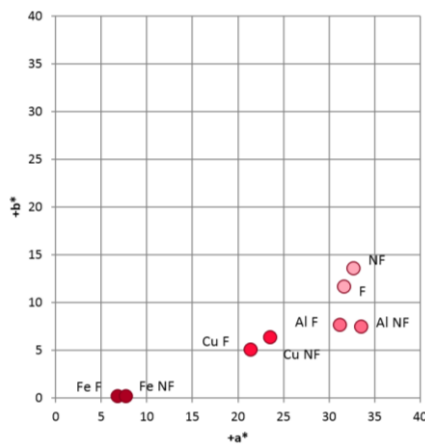
Red. br.	Uzorak	Metali	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z	x	y
1.	F	/	29,27	31,67	11,66	33,75	20,21	10,37	5,94	1,29	0,59	0,34
2.	NF	/	28,37	32,73	13,56	30,95	22,11	11,57	6,44	1,35	0,58	0,35
3.	F	Al	35,74	31,22	7,61	32,13	13,71	14,61	8,87	2,39	0,56	0,34
4.	NF	Al	34,78	33,56	7,43	33,23	15,11	15,76	8,66	2,42	0,55	0,34
5.	F	Cu	25,04	21,43	5,03	22,01	13,20	6,94	4,43	1,25	0,55	0,35
6.	NF	Cu	26,43	23,58	6,33	20,12	13,40	7,84	5,32	2,05	0,57	0,34
7.	F	Fe	24,64	6,85	0,18	6,85	1,50	5,36	4,30	1,50	0,48	0,38
8.	NF	Fe	25,66	7,75	0,15	6,72	2,07	6,07	3,43	1,47	0,45	0,37

\*Filcani uzorci označeni su sa F, a uzorci koji nisu filcani sa NF.

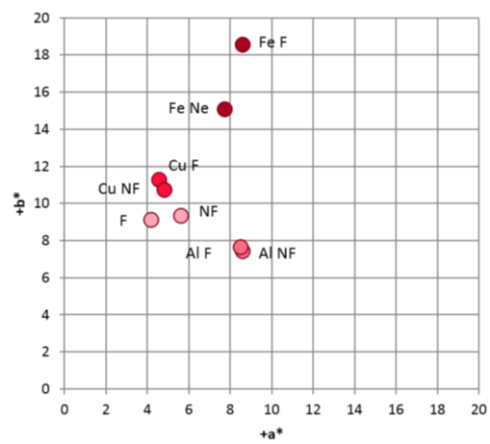
**Tablica 3.** Koloristički parametri uzoraka vune nakon procesa bojadisanja pri pH 2,5

Red. br.	Uzorak	Metali	L*	a*	b*	C*	h*	X	Y	Z	x	y
1.	F	/	58,98	4,20	9,11	10,03	65,26	31,20	27,01	7,64	0,47	0,41
2.	NF	/	53,57	5,65	9,31	10,89	58,76	25,36	21,58	5,96	0,48	0,41
3.	F	Al	50,66	8,61	7,41	11,36	40,69	23,05	18,98	5,47	0,49	0,40
4.	NF	Al	51,04	8,53	7,62	11,44	41,77	23,41	19,30	5,54	0,49	0,40
5.	F	Cu	45,39	4,58	11,25	12,15	67,83	17,34	14,82	3,72	0,49	0,41
6.	NF	Cu	48,66	4,83	10,71	11,75	65,72	20,27	17,32	4,50	0,48	0,41
7.	F	Fe	49,70	8,61	18,53	20,43	65,08	22,09	18,17	3,74	0,50	0,41
8.	NF	Fe	51,69	7,76	15,05	16,93	62,71	23,90	19,87	4,62	0,49	0,41

\*Filcani uzorci označeni su sa F, a uzorci koji nisu filcani sa NF.



a. uzorci nakon bojadisanja kod pH 4,5



b. uzorci nakon bojadisanja kod pH 2,5

**Slika 4:** Koordinate boja (a\*/b\* graf)

### 3.4 Utjecaj predobrade vune solima metala i postupka filcanja na kolorističke parametre obojenog materijala

Prirodna košenil bojila preko karboksilne skupine mogu stvarati komplekse s ionima metala. Ovo svojstvo kiselo-močilskih bojila korišteno je pri bojadisanju tekstilnih materijala prirodnim bojilima koji su prije procesa bojadisanja obrađivani solima metala (močila). Najčešće su to bile soli aluminija, bakra i željeza. Reakcijom kiselo-močilskih bojila s ionima metala nastaju stabilni kompleksi te ovakva obojenja imaju dobru postojanost na pranje i svjetlo. Osim toga, ovisno o korištenom močilu moguće je dobiti široku paletu obojenja iz istog izvora prirodnog bojila [13].

Drugi značajan učinak primjene soli metala je utjecaj na kolorističke parametre boje, što je vidljivo iz prikaza smještaja boje u a\*/b\* dijagramu (Slika 4). Vrijednost tona (h\*) svih uzoraka obojenih prirodnim košenil bojilima (bez obzira na pH kupelji i predobradu) nalazi se u rasponu od 0° do 70° odnosno u crveno narančastom spektru. Veća vrijednost kromatičnosti C\* se pojavljuje kod uzoraka iz prvog procesa bojadisanja, dok su vrijednosti svjetline L\* kod uzoraka iz drugog procesa skoro dvostruko veće u usporedbi s uzorcima iz prvog procesa bojadisanja. Kod uzoraka iz prvog procesa, predobrađenih metalnim solima Željezovog(II)sulfat heptahidrata a\*/b\* vrijednosti su niže te se približavaju središtu dijagrama, tj. akromatskom području.

U tablicama 2 i 3 te na slikama 4.a. i 4.b. prikazani su koloristički parametri uzoraka nakon prvog i drugog procesa bojadisanja. Praćen je utjecaj predobrade metalnim solima i filcanja na dobivena obojenja. Kako su eksperimentalno stavljena u svaku kivetu po dva uzorka, jedan uzorak u skupini bio je filcani komadić vune, a drugi nije, utvrđeno je da filcani uzorak ima minimalnu, ne zamjetnu razliku u obojenju u odnosu na vunu koja nije filcana i da filcanje prije procesa bojadisanja ne utječe na obojenost vlakana.



### 3.5 Filcani šešir



**Slika 5:** Namjena filcanog šešira; a. - Idejni crtež filcanog šešira; b. - Prikaz gotovog filcanog šešira

Mogućnost korištenja ovakvog šešira ne odnosi se prvenstveno na funkcionalnu primjenu da kao pokrivalo isključivo štiti glavu od hladnoće ili drugih nepovoljnih vremenskih uvjeta. Njegova je namjena estetske prirode (sl. 5.a., b.) i na neki je način potpuno personalizirana obzirom da se radi o proizvodu ručne izrade i moguće ga je prilagođavati željama i ukusima onoga za koga se radi. Svojim nesvakidašnjim izgledom šešir ističe stav i nastup osobe koja ga nosi u prilikama gdje je očekivano istaknuti se od mnoštva. Pritom stavlja naglasak na posebnost i kao takav je jedinstven.

## 4. Zaključak

Primjenom prirodnih bojila u bojadisanju tekstila nastoji se održati ravnoteža s prirodom, posebice uz činjenice da je učinak prirodnih bojila potpuno ne škodljiv za okoliš i okolinu te nema negativan utjecaj na ljude i životinjske organizme. Proces bojadisanja vune prirodnim košenil bojom proveden je uz optimiziranje procesnih parametara. Određene su pH vrijednosti, vrijeme, temperatura pri bojadisanju vune, koncentracija bojila i predobrada vune solima (močilima) metala. Može se zaključiti da se ovčja vuna može bojadisati prirodnim košenil bojom te je potvrđena hipoteza da se prirodna košenil bojila životinjskog podrijetla ekstrahirana iz *Dactylopius coccus* mogu koristiti za dobivanje jakih grimiznih tonova. Bojadisanjem filcanih i nefilcanih uzoraka dokazano je ta ova obrada ne utječe na dobivene kolorističke parametre.

### Literatura

- [1] <http://www.mgz.hr/hr/izlozbe/sa-sesirom-na-glavi,264.html>, pristupljeno 06.11.2017.
- [2] [https://www.mafca.com/downloads/Fashions/History\\_of\\_Felt\\_Hats.pdf](https://www.mafca.com/downloads/Fashions/History_of_Felt_Hats.pdf), pristupljeno 06.11.2017.
- [3] Colour Indeks, Vol. 3, Society of Dyers and Colourists, Bradford, 1971
- [4] Grdenić, D. Purpur i grimiz. Priroda, 2002, 6-8.
- [5] Leš, M.: *Prirodna bojila grimiznog i purpurnog tona*, Zagreb, 2015.
- [6] <https://www.desertusa.com/insects/cochineal.html>, pristupljeno 8.11.2017.
- [7] <http://www.kayfabe.com/?p=4717>, pristupljeno 15.11.2017.
- [8] <https://bs.wikipedia.org/wiki/Cochineal>, pristupljeno 15.11.2017.
- [9] <http://www.spssb.si/prispevki/zracna-cipka/>, pristupljeno 15.11.2017.
- [10] <http://www.zenskaposla.hr/carolija-od-vune/362/>, pristupljeno 09.11.2017.
- [11] <http://ruta-cres.hr/vuna-i-filcanje-2/>, pristupljeno 21.11.2017.
- [12] Čunko, R.; Andrassy M., *Vlakna*; Zrinski d.d., Zagreb, 2005.
- [13] Parac-Osterman Đ.; Karaman B.: *Osnove teorije bojenja tekstila*, SuZg, TTF, Zagreb, 2013.

### Autori:

Marija LEŠ, mag.ing;

Naftalina, Zagreb, Marulićeva Judita 2

Tel: +(385) (1) 6546- 039

Fax: +(385) (1) 6590-172

E-mail: [marija@naftalina.hr](mailto:marija@naftalina.hr)

Izv.prof. dr.sc. Ana SUTLOVIĆ; Izv.prof. dr.sc. Martinia Ira GLOGAR

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno tehnološki fakultet, Prilaz baruna Filipovića 28a

Tel: +(385) (1) 48773- 65

Fax: +(385) (1) 48773 - 54

E-mail: [asutlovic@tff.hr](mailto:asutlovic@tff.hr); [mglogar@tff.hr](mailto:mglogar@tff.hr)

Ak.slik.Snježana VEGO, prof

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno tehnološki fakultet, Prilaz baruna Filipovića 28a

Tel: +(385) (1) 3712- 500

Fax: +(385) (1) 3712-599

E-mail: [snezana.vego@tff.hr](mailto:snezana.vego@tff.hr)

## UTJECAJ VRSTE VEZA NA POTENCIJALNU ENERGIJU DEFORMACIJE TKANINE PRI AKSIJALNOM OPTEREĆENJU

### INFLUENCE OF WEAVE TYPES TO STRAIN POTENTIAL ENERGY OF FABRIC SUBJECTED TO AXIAL LOAD

Željko PENAVAL; Diana ŠIMIĆ PENAVAL & Željko KNEZIĆ

**Sažetak:** U radu se analizira utjecaj vrste veza i utjecaj smjera djelovanja aksijalne sile na potencijalnu energiju deformacije i specifični rad pri aksijalnom opterećenju. Uzorci su izrezani u smjeru osnove i u smjeru potke. Dimenzije uzoraka su konstantne. Ispitivanja su provedena na uzorcima tkanine koji su učvršćeni u dvije paralelne stezaljke koje su postavljene u dinamometar. Uzorci su izloženi aksijalnoj sili koja djeluje u smjeru osnove do vrijednosti relativnog istezanja  $\epsilon=10\%$ , i u smjeru potke do vrijednosti relativnog istezanja  $\epsilon=10\%$ . Nakon opterećenja uzorci tkanine se rasterećuju. Na raspolaganju su tri pamučne tkanine u vezovima platno, keper i atlas vezu.

**Abstract:** This paper analyzes the influence of weave types and influence of axial force direction on the strain potential energy of deformation and specific work subjected to axial load. Specimens are cut in the warp and weft direction. Specimen dimensions are constant. Tests are conducted on woven fabric specimens that are fastened in two parallel clamps that are placed in tensile tester. The specimens are subjected to axial force which acting in the warp direction to the relative elongation value  $\epsilon=10\%$ , and in weft direction to the relative elongation value  $\epsilon=10\%$ . After loading samples of fabric are unloaded. Three cotton woven fabrics in weaves plain, twill and sateen weave were available.

**Ključne riječi:** aksijalno opterećenje, potencijalna energija deformacija, specifični rad, tkanina, vez

**Keywords:** axial load, strain potential energy, specific work, woven fabric, weave

#### 1. Uvod

Plošni tekstilni materijali (tkanine, pletiva, netkani tekstil) općenito su nehomogeni, anizotropni i diskontinuirani materijali. Danas primjena tekstilnih materijala u različitim industrijskim granama sve više raste, posebno kao kompozitnih materijala. Fizikalna i mehanička svojstva tkanina određuju opseg njihovog krajnjeg korištenja u različitim potrebama i aplikacijama. Iz tog razloga je važno što bolje razumijevanje parametara koji utječu na ponašanje tih materijala (mekanička svojstva tkanina, potencijalna energija deformacije, utjecaj anizotropije na veličinu deformacije i naprezanja tekstila) [1, 2]. Teorijska analiza ponašanja tkanina, koje su definirane kao linearno elastični ortotropni materijali, je vrlo složena, pa se provodi eksperimentalna provjera teorijskih rezultata. Predviđanje ponašanja tkanina tijekom proizvodnih procesa i konačno u samoj upotrebi, jako je važan dio tekstilne znanosti, pa se provode eksperimentalne studije mjerenja deformacije i naprezanja pri aksijalnom opterećenju tkanine kada sila djeluje u longitudinalnom ili transverzalnom smjeru [3 - 5].

U radu je prikazana praktična primjena jednoosnih vlačnih ispitivanja tkanina u svrhu eksperimentalnog određivanja vrijednosti potencijalne energije deformacija tkanine pri aksijalnom opterećenju [6]. Uzorci konstantnih dimenzija koji su učvršćeni s dvije paralelne stezaljke se produljuju do unaprijed zadane vrijednosti produljenja. Cilj ovog rada je, na temelju eksperimentalno dobivenih rezultata, odrediti utjecaj vrste veza i utjecaj smjera djelovanja aksijalne sile na potencijalnu energiju deformacije i specifični rad pri aksijalnom opterećenju.

#### 2. Potencijalna energija deformacija pri aksijalnom opterećenju

Promatra se element tkanine duljine  $l$ , na donjem kraju opterećen silom  $F$ , (sl. 1a). Opterećenje  $F$  je statičko, povećava se postupno od nule do konačne vrijednosti i pri tom obavlja rad na putu koji odgovara pomaku težišta donjeg presjeka elementa tkanine. Označimo s  $\lambda$  apsolutno produljenje elementa tkanine duljine  $l$  pod djelovanjem sile  $F$ , (sl. 1b). Ako se poveća sila  $F$  za beskonačno malu veličinu  $dF$ , dobit će  $\lambda$  beskonačno mali prirast  $d\lambda$ . Na beskonačno malom prirastu produljenja  $d\lambda$  sila  $F$  izvršila je elementarni rad [7]

$$dW = F \cdot d\lambda \quad (1)$$

koji je u dijagramu  $F - \Delta l$ , (sl. 1.b) prikazan površinom elementarnog pravokutnika (isprugana traka), a ukupni rad utrošen na produljenje elementa tkanine za veličinu  $\Delta l$  bit će

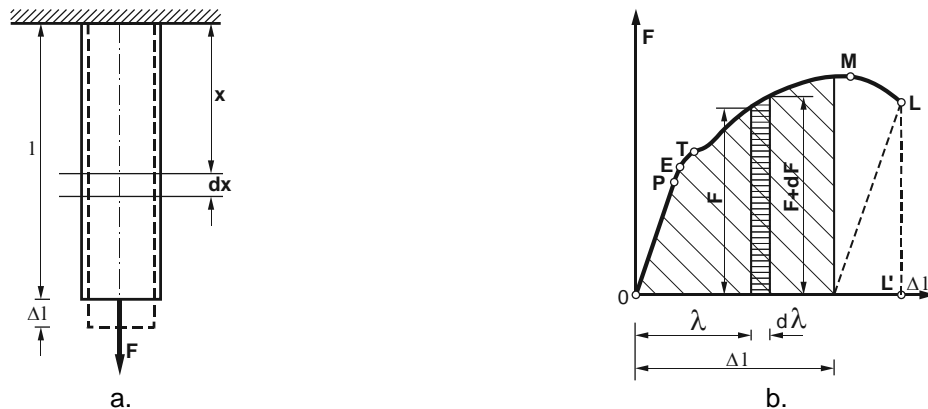
$$W = \int_0^{\Delta l} F \cdot d\lambda \quad (2)$$

i u dijagramu  $F - \Delta l$ , (sl. 1.b) prikazan površinom dijagrama na dijelu od 0 do zadanog  $\Delta l$ . Ukupna površina dijagrama rastezanja  $F - \Delta l$  predstavlja ukupan rad utrošen na raskid elementa tkanine.

Ako se ukupni rad podijeli s volumenom elementa tkanine ( $A \cdot l$ ), dobiva se specifični rad raskida,

$$w = \frac{W}{V} = \int_0^{\Delta l} \frac{F}{A} \cdot d\left(\frac{\lambda}{l}\right) = \int_0^{\varepsilon} \sigma \cdot d\varepsilon \quad (3)$$

koji je prikazan ukupnom površinom dijagrama naprezanja u koordinatnom sustavu  $\sigma - \varepsilon$  i predstavlja važno mehaničko svojstvo materijala.

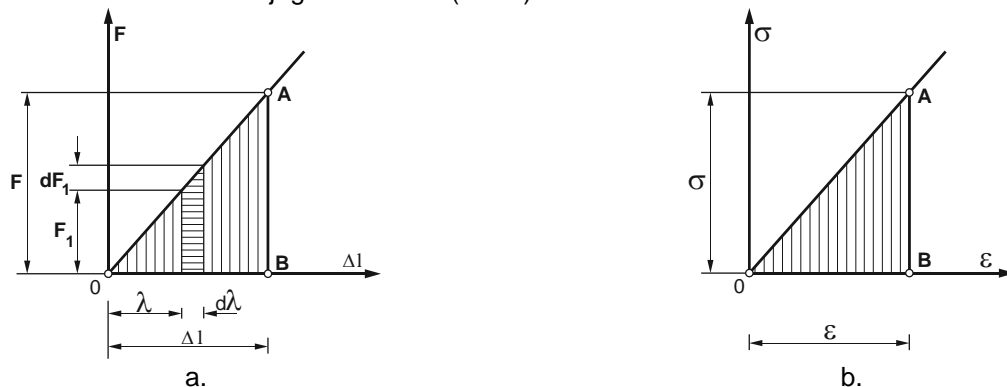


**Slika 1:** a) element tkanine opterećen aksijalnom silom, b) dijagram ovisnosti između sile  $F$  i apsolutnog produljenja  $\Delta l$

U području elastičnih deformacija (do granice proporcionalnosti materijala za koju vrijedi Hookeov zakon) rad izvršen pri postupnom povećanju sile  $F$  od 0 do konačne vrijednosti iznosi:

$$W_e = \int_0^{\Delta l} F_1 \cdot d\lambda = \frac{F \cdot \Delta l}{2} \quad (4)$$

i jednak je površini trokuta  $OAB$  u dijagramu  $F - \Delta l$  (sl. 2a).



**Slika 2:** a) dijagram ovisnosti između sile  $F$  i apsolutnog produljenja  $\Delta l$  u području elastičnih deformacija, b) dijagram ovisnosti između naprezanja  $\sigma$  i deformacija  $\varepsilon$  do granice proporcionalnosti

Pri ovakvoj deformaciji elementa tkanine promjene su temperature i kinetičke energije elementa tkanine neznatne pa se mogu zanemariti, tako da se ukupan rad  $W_e$  potpuno pretvara u potencijalnu energiju deformacija  $U$  (sposobnost proizvodnje mehaničkog rada). Tako je potencijalna energija deformacija akumulirana u elementu tkanine:

$$U = W_e = \frac{F \cdot \Delta l}{2} \quad (5)$$

Potencijalna energija deformacija izražava se kao kvadratna funkcija opterećenja ili apsolutnog produljenja i uvijek ima pozitivnu vrijednost. Dijeljenjem vrijednosti ukupne potencijalne energije deformacija  $U$  s volumenom deformiranog elementa tkanine  $A \cdot l$  dobiva se specifična potencijalna energija:

$$u = w_e = \frac{U}{A \cdot l} = \frac{\sigma \cdot \varepsilon}{2} \quad (6)$$

i jednaka je površini trokuta  $OAB$  u dijagramu  $\sigma - \varepsilon$ , (sl. 2b)

### 3. Eksperimentalni dio

U eksperimentalnom dijelu rada ispituje se utjecaj vrste veza i smjera djelovanja aksijalne sile na potencijalnu energiju deformacije pri aksijalnom opterećenju, odnosno na ukupan rad. Za određivanje dijagrama koji prikazuje odnos aksijalne sile  $F$  i relativnog produljenja  $\varepsilon$ , provodi se eksperimentalno ispitivanje uzoraka tkanina na automatiziranom mjernom uređaju. Prije samog ispitivanja svi uzorci su kondicionirani pod uvjetima standardne atmosfere (relativna vlažnost zraka  $65 \pm 2\%$ , na temperaturi  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Za ovo ispitivanje izrezani su standardni uzorci dimenzija  $300 \times 50 \text{ mm}$ , i uklješteni u stezaljke uređaja na razmaku od  $200 \text{ mm}$ , te izloženi jednoosnom vlačnom opterećenju i rasterećenju. Aksijalna sila djeluje na uzorke koji su izrezani u smjeru osnove ( $0^\circ$ ) i u smjeru potke ( $90^\circ$ ). Uzorci se opterećuju silom  $F$  koja se povećava dok se uzorci ne produlje za unaprijed zadanu vrijednost  $\varepsilon$ . Nakon toga uzorak se rasterećuje i vraća se u početni položaj (proces oporavka). Provedena su po tri mjerenja na dinamometru za svaki smjer rezanja uzorka tkanine. Vlačna svojstva svih uzoraka ispitivana su prema standardu ISO 13934-1:1999 metodom ispitne trake na uređaju za mjerenje čvrstoće tkanine ili, kako se još naziva, dinamometru za tkanine. Dinamometar Statimat M je potpuno automatizirani, mikroprocesorsko upravljani, statički dinamometar koji radi na principu konstantne brzine deformacije. Za ovo ispitivanje postavljeni su sljedeći uvjeti: razmak između stezaljki:  $200 \text{ mm}$ , brzina povlačenja:  $100 \text{ mm/min}$ . Mjerni rezultati prikupljeni su i pohranjeni na tvrdi disk računalnim programom dinamometra.

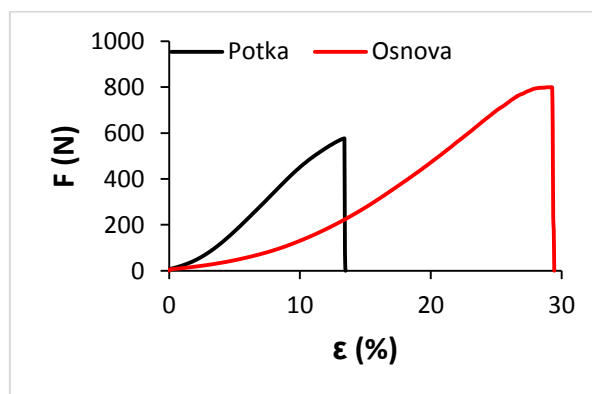
Tablica 1: Strukturna svojstva tkanina

Oznaka	Vez tkanine	Sirovinski sastav	Osnova		Potka		Površinska masa ( $\text{g/m}^2$ )	Debljina (mm)
			Finoća pređe (tex)	Gustoća (niti/cm)	Finoća pređe (tex)	Gustoća (niti/cm)		
P 1/1	Platno	Pamuk	20	50	20	30	200,9	0,34
K 1/2 Z	Keper	Pamuk	20	50	20	30	199,8	0,35
A 1/4 (3)	Atlas	Pamuk	20	50	20	30	199,4	0,37

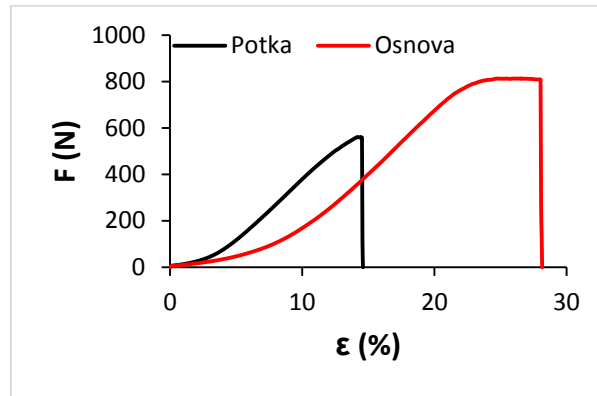
Za provođenje ovog istraživanja na raspolaganju je bila pamučna tkanina u platnenom vezu, keper i atlas vezu. Osnovni parametri ispitivane tkanine prikazani su u tab. 1.

### 4. Rezultati

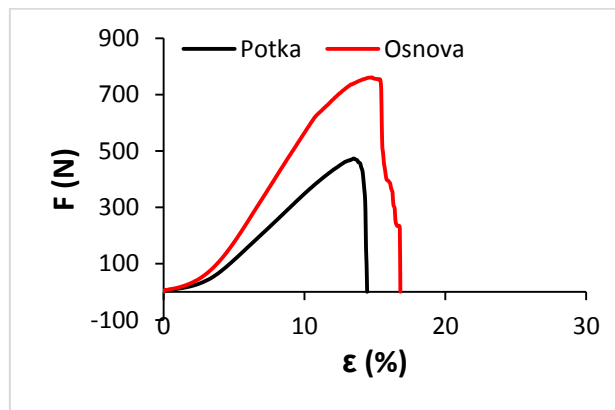
Dijagrami srednjih vrijednosti rezultata ispitivanja djelovanja vlačne sile  $F$  i pripadne uzdužne deformacije  $\varepsilon$  na uzorcima tkanina kada sila djeluje u smjeru osnove i u smjeru potke prikazani su na slikama 3 - 5. Vrijednosti prekidnih sila i pripadnih istežanja pri prekidu, te rad pri prekidu dani su u tab. 2.



Slika 3: Dijagram prekidna sila – prekidno istežanje ( $F - \varepsilon$ ) za platneni vez



Slika 4: Dijagram prekida sile – prekidno istežanje ( $F - \epsilon$ ) za keper vez

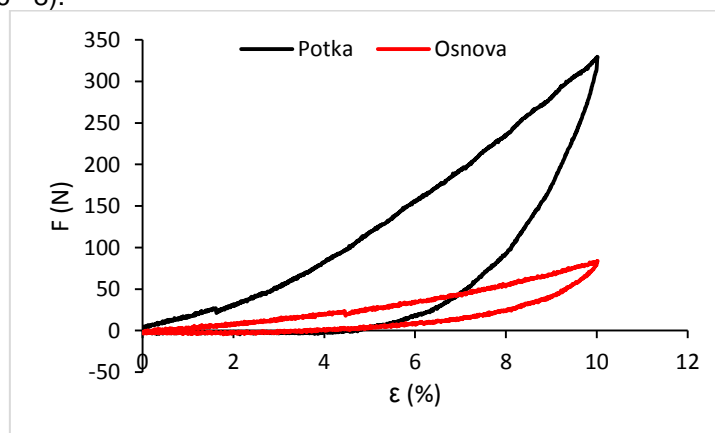


Slika 5: Dijagram prekida sile – prekidno istežanje ( $F - \epsilon$ ) za atlas vez

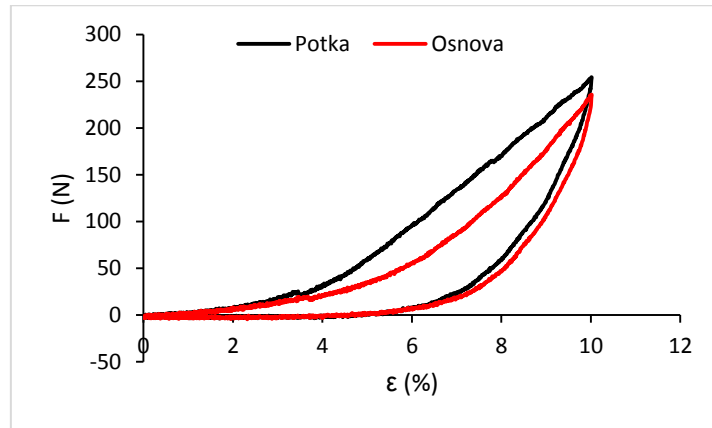
Tablica 2: Srednje vrijednosti prekida sile, prekidnog istežanja i rada pri prekidu kod vlačnog opterećenja

Smjer	Platneni vez			Keper vez			Atlas vez		
	$\epsilon$ (%)	F (N)	W (J)	$\epsilon$ (%)	F (N)	W (J)	$\epsilon$ (%)	F (N)	W (J)
Potka	13,44	576,7	7,34	14,56	561,4	6,86	14,44	473,1	5,36
Osnova	29,36	799,6	18,54	28,08	813,4	16,76	16,8	761,2	10,72

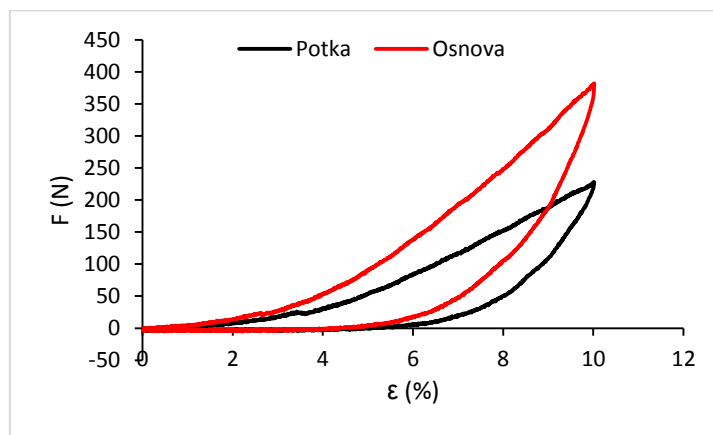
Najveću vrijednost prekida sile, prekidnog istežanja i rada pri prekidu ima tkanina u platnenom vezu. Također su svi uzorci opterećivani s vlačnom silom do vrijednosti istežanja (relativnog produljenja)  $\epsilon=10\%$ . Nakon opterećivanja do željenog istežanja, uzorci su rasterećeni. Tijekom ispitivanja registrirane su vrijednosti sile  $F$  i pripadajuće relativno produljenje  $\epsilon$ , odnosno apsolutno produljenje  $\Delta l$ . Srednje vrijednosti su prikazane u dijagramima  $F - \epsilon$ , (sl. 6 - 8).



Slika 6: Dijagrami  $F - \epsilon$  opterećenja i rasterećenja za platno vez



Slika 7: Dijagrami  $F - \epsilon$  opterećenja i rasterećenja za keper vez



Slika 8: Dijagrami  $F - \epsilon$  opterećenja i rasterećenja za atlas vez

Potencijalna energija  $U_1$  jednaka je radu  $W_1$  koji je potrebno utrošiti da dođe do produljenja tkanine za određeno produljenje  $\epsilon$ , potencijalna energija  $U_2$  jednaka je radu  $W_2$  koji je utrošen za rasterećenje tkanine,  $\Delta U = \Delta W$  je utrošena energija na trajne deformacije pri jednom ciklusu opterećenja i rasterećenja. Vrijednosti su prikazane u tab. 3.

Tablica 3: Vrijednosti kod  $\epsilon = 10\%$ : uzdužna sila  $F$ ,  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $\Delta U$

		$F$ (N)	$U_1$ (J)	$U_2$ (J)	$\Delta U = U_1 - U_2$ (J)
Smjer osnove	Platno	83,93	1,56	0,61	0,95
	Keper	235,77	3,20	1,36	1,84
	Atlas	382,00	6,36	2,59	3,77
Smjer potke	Platno	329,70	6,69	2,37	4,32
	Keper	254,41	4,30	1,60	2,70
	Atlas	227,86	3,84	1,37	2,47

## 5. Zaključak

Pri rasterećenju prethodno opterećenog uzorka na rastezanje, dio dijagrama koji odgovara rasterećenju ne mora biti pravocrtan, a također ni dio dijagrama koji odgovara ponovnu opterećenju, tako da se u dijagramu pojavljuju petlje histereze. Ova pojava zaostajanja deformacije prema naprezanju naziva se elastična histereza. Površina petlje histereze predstavlja energiju utrošenu na trajne deformacije pri jednom ciklusu opterećenja. Pri ponavljanju ciklusa površina petlje se polako povećava sve dok ne nastane lom. Pri rastezanju uzorka, kada sila djeluje u smjeru osnove, rad, odnosno potencijalna energija koju je potrebno utrošiti na rastezanje uzorka je najmanja za platno vez, povećava se za keper, a najveći je rad potrebno utrošiti za atlas vez. Potencijalna energija utrošena na rasterećenje tkanine također je najmanja za platneni vez, povećava se za keper, a najveća je za atlas vez. To odgovara veličini sila koje su najmanje za platno, a najveće za atlas.

Situacija je obrnuta kada sila djeluje u smjeru potke. Tada platneni vez ima najveću silu rastezanja, potrebna je i najveća potencijalna energija, tj. rad za rastezanje i rasterećenje uzoraka tkanine. Vrijednosti sila i potencijalne energije se smanjuju za keper, a najmanje su za atlas vez.

S porastom sile koja djeluje na uzorak potrebno je utrošiti veći rad za rastezanje uzorka i za rasterećenje. Krivulje opterećenja i rasterećenja su međusobno udaljenije, tj. povećava se utrošena energija  $\Delta U$  na trajne deformacije pri jednom ciklusu.  $\Delta U$  je veća kada sila djeluje u smjeru potke, nego u smjeru osnove. Kada sila djeluje u smjeru osnove najmanji  $\Delta U$  ima platneni vez, a najveći je za atlas vez. Obrnuto je kada sila djeluje u smjeru potke. Tada je  $\Delta U$  najveći za platneni vez, a najmanji za atlas.

## Literatura

- [1] Peirce, F. T.: The geometry of cloth structure, *Journal of the Textile Institute*, Vol. 28 (1937), T45-T96
- [2] Behre, B.: Mechanical Properties of Textile Fabrics Part I: Shearing, *Textile Research Journal*, Vol. 31 (1961) 2, 87-93.
- [3] Kovar, R. & Gupta, B. S.: Study of the Anisotropic Nature of the Rupture Properties of a Plain Woven Fabric, *Textile Research Journal*, Vol. 79 (2009.) 6, 506-516.
- [4] Shanahan, W. J. et al.: Characterizing the Elastic Behavior of Textile Fabrics in Complex Deformations, *Textile Research Journal*, Vol. 48 (1978.) 9, 495-505.
- [5] Bassett R. J. et al.: Experiment Methods for Measuring Fabric Mechanical Properties: a Review and Analysis, *Textile Research Journal*, Vol. 69 (1999.) 11, 866-875.
- [6] Penava, Ž.; Šimić Penava, D.; Knezić, Ž.: Determination of the Elastic Constants of a Plain Woven Fabrics by Tensile Test in Various Directions, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, Vol. 22 (2014) 2, 57-63.
- [7] Šimić, V.: *Otpornost materijala I*, Školska knjiga, Zagreb, 1992.

## Autori:

Prof. dr. sc. Željko PENAVAL;  
Doc. dr. sc. Željko KNEZIĆ  
Tekstilno-tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu  
Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, Hrvatska  
Tel.: +(385) (1) 3712 576 Fax: +(385) (1) 3712533

E-mail: [zeljko.penava@tff.hr](mailto:zeljko.penava@tff.hr)  
[zeljko.knezic@tff.hr](mailto:zeljko.knezic@tff.hr)

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

E-mail: [dianas@grad.hr](mailto:dianas@grad.hr)

## KONSTRUKCIJA KOMBINEZONA ZA ZAŠTITU OD KEMIJSKIH SREDSTAVA

### CONSTRUCTION OF ONE-PIECE SUITS FOR PROTECTION AGAINST CHEMICAL AGENTS

Ana RABUZIN & Slavica BOGOVIĆ

**Sažetak:** U radu su prikazane karakteristike odjeće za zaštitu od kemijskih sredstava. Prikazano je označavanje navedene odjeće obzirom na oblik zaštite, podjela obzirom na trajnost uporabe te različiti tipovi zaštitnih odijela (6 tipova). Na temelju karakteristika odjevnog predmeta konstruiran je temeljni kroj hlača i gornjeg dijela odijela, te je metodama prekonstrukcije i modeliranja oblikovan kroj kombinezona koji odgovara potrebama zaštite od kemijskih sredstava a u skladu je s ljudskim pokretima i ugrađenim sustavom za hlađenje i prozračivanje tijekom korištenja odjevnog sustava.

**Abstract:** The paper presents the features of chemical protection for clothing. The designation of the aforementioned clothing is indicated with respect to the shape of the protection, the division given the durability of use and the different types of protective suits (6 types). The basic features of the garment are the basic trousers and the upper part of the suits, and the reconstruction and modeling methods are designed in combination with the appropriate chemical protection requirements, in keeping with human movements and with a built-in cooling and ventilation system when using the garment system.

**Ključne riječi:** odjeća za zaštitu od kemijskih sredstava, konstrukcija krojeva odjeće, prekonstrukcija krojeva odjeće, modeliranje krojeva odjeće

**Keywords:** clothing for protection against chemical agents, clothing construction, cutting patterns reconstruction, cutting patterns modelling

#### 1. Uvod

Odjeća osim što štiti tijela od vanjskih klimatskih čimbenika povećava sigurnost prilikom obavljanja fizičkih aktivnosti i na taj način predstavlja barijeru između kože i okoline [1, 2].

Zaštitna odjeća štiti od sljedećih utjecaja:

- mehaničkih (šiljati ili oštri predmeti, ugriz, zahvat pri gibanju stroja npr. motorna pila);
- kemijskih (plinovi, pare, tekućine, krutine, kiseline, lužine, otapala, aerosoli, prašine itd.);
- bioloških (bakterije, virusi, gljivice);
- toplinskih (kontaktna toplina, užarene čestice, plamen, električni luk, visoka temperatura);
- fizikalnih (zračenje, vlažnost zraka, voda);
- električnih (dodirni napon, iskrenje, električno pražnjenje) [1,3].

Zaštitna odjeća mora obuhvatiti različita područja ljudske djelatnosti, pored visoke razine zaštite mora imati i mogućnost lakog održavanja. Da bi se osigurala zaštitna uloga radne odjeće, proizvođači su obvezni zadovoljiti propisane uvjete za kvalitetu odjevnog predmeta koji su definirani normama.

Zaštitni učinak odjeće uglavnom je definiran na temelju karakteristika materijala od kojih je ona izrađena ali isto tako i od načina izrade odjeće. Odjeća koja oblikom i sirovinskim sastavom nije prilagođena uvjetima rada može uzrokovati poteškoće pri radu [1,4].

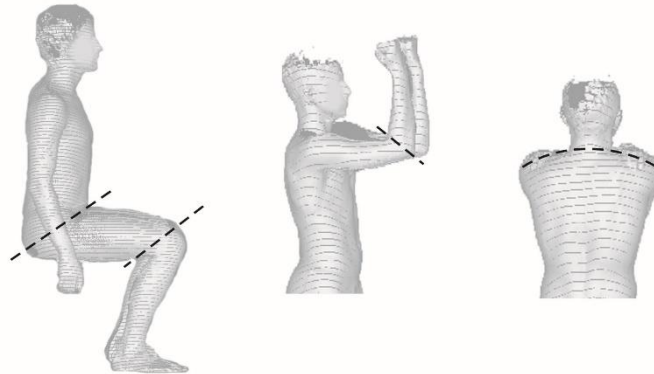
#### 2. Tipovi odjeće za zaštitu od kemijskih sredstava

Opća norma za zaštitnu odjeću HRN EN 340:2004 je prihvaćena i primjenjuje se u Republici Hrvatskoj. Odnosi se na zaštitnu odjeću koja pokriva ili zamjenjuje osobnu odjeću, pri čemu pruža zaštitu od rizika koji mogu ugrožavati sigurnost i zdravlje osobe pri radu. Ova norma se ne koristi samostalno već u kombinaciji s nekom drugom normom koja sadrži zahtjeve sa specifičnim svojstvima odjeće [1,4].



Osnovni zahtjevi za zaštitnu odjeću prema HRN EN 340 [1,4]:

- **Neškodljivost** - zaštitna odjeća ne smije nepovoljno utjecati na korisnika. Materijal od kojeg je izrađena zaštitna odjeća ne smije za vrijeme uporabe propuštati tvari koje su kancerogene, otrovne, alergene, reproduktivno toksične ili na neki način štetne za zdravlje čovjeka.
- **Dizajn** - odjeća treba biti dizajnirana i izrađena tako da što bolje prati dimenzije i oblik tijela korisnika. Dizajn mora osigurati da prilikom očekivanih kretnji korisnika tijelo ostaje u potpunosti pokriveno i na taj način i zaštićeno. U slučaju dvodijelne odjeće treba predvidjeti preklapanje dijelova odjeće da bi se osigurala potpuna zaštita.
- **Udobnost** - je subjektivan osjećaj koji zaštitna odjeća mora osigurati pri svakom ljudskom pokretu. Na slici 1 su prikazana područja na ljudskom tijelu kod kojih dolazi do promijene dimenzija prilikom izvođenja specifičnih pokreta. Zaštitnu odjeću treba dizajnirati tako da se osigura komocija na tim područjima.



**Slika 1:** Područja na tijelu kod kojih dolazi do promjena dimenzija prilikom ostvarivanja pokreta

Norma EN13034 određuje minimalne zahtjeve odjeće za kemijsku zaštitu koja pruža ograničenu zaštitu a uporaba joj je ograničena. Odjeća za kemijsku zaštitu ograničene uporabe osmišljena je za uporabu u slučaju moguće eksplozije laganog raspršivanja, tekućih aerosola ili pod slabim pritiskom, laganog prskanja, za čiju zaštitu nije potrebna potpuna barijera propuštanju tekućine (na nivou molekula) [1,4,5].

EN13982 je norma koja određuje minimalne zahtjeve odjeće za kemijsku zaštitu otporne na prodiranje krutih čestica koje se prenose zrakom. Ova odjeća štiti cijelo tijelo (npr. trup, ruke i noge) a zaštitu pružaju kombinezoni sa ili bez kapuljače – maskom ili naočalama, sa ili bez zaštite za stopala [1,4,6].

Norma EN14605 određuje minimalne zahtjeve odjeće za zaštitu od tekućih kemijskih sredstava:

- odjeća koja štiti cijelo tijelo, a čiji su šavovi nepropusni za tekućinu,
- odjeća koja štiti cijelo tijelo, a čiji su šavovi nepropusni za maglicu [1,4,7].

EN943 - 2 je norma koja se odnosi na odjeću za zaštitu od tekućih i plinovitih kemijskih proizvoda, uključujući tekući aerosol i krute čestice određuje minimalne zahtjeve, metode ispitivanja za kombinezone za kemijsku zaštitu, ventilirane ili neventilirane, za ograničenu ili ponovnu uporabu uključujući i elemente kao što su rukavice i čizme. [1,4,8]

Ovisno o vrsti namjene i okolini u kojoj se primjenjuje odjeća za zaštitu od kemijskih opasnosti mora biti izrađena od visokokvalitetnih materijala koji će radniku osigurati siguran rad. S obzirom na široki raspon kemijskih opasnosti i raznolikost njihovog utjecaja na život i zdravlje radnika zaštitna odjeća s obzirom na kemijske opasnosti dijeli se na tri razine zaštite:

- Razina 1 - štiti od kontaminacije čvrstim materijalima;
- Razina 2 - štiti od kontaminacije čvrstim i djelomično tekućim tvarima;
- Razina 3 - štiti od kontaminacije čvrstim, tekućim i plinovitim tvarima [4].











Odjeća ne smije imati grubu ili tvrdnu površinu koja izaziva iritaciju ili ozlijeđe korisnika, ne smije biti previše zategnuta da pri tome ograničava protok krvi ili labava i teška da otežava kretanje [3].

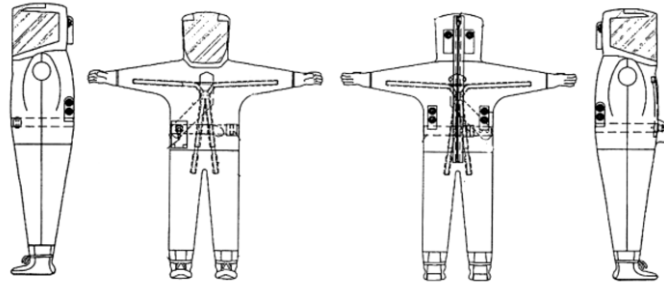
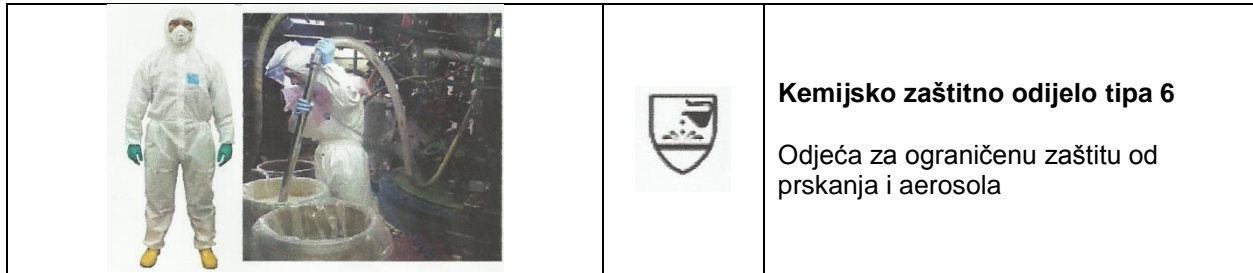
Odjeća za kemijsku zaštitu štiti radnika od toksičnih ili štetnih kemikalija koje prodiru kroz kožu ili štete koži izvana [3].

Zadaća odjeće za kemijsku zaštitu je da u potpunosti izolira tijelo od vanjskih štetnih utjecaja. U tablici 1 prikazani su tipovi odijela koji se koriste kao zaštita od kemijskih sredstava uz primjer odijela nalaze se piktogrami koji označavaju određene tipove odijela [4, 9, 10].

Na slici 2 prikazan je kombinezon koji služi za zaštitu od kemijskih sredstava. Unutar kombinezona može se nalaziti aparat s komprimiranim zrakom.

**Tablica 1:** Vrsta zaštitne odjeće za rad s kemikalijama i pripadajući piktogrami [4, 9,10]

	Piktogram	Tipovi zaštitne odjeće
 <p style="text-align: center;">tip 1a      tip 1b      tip 1c</p>		<p><b>Kemijska zaštitna odijela tipa 1</b></p> <p><b>1a</b> izolacijski aparat s komprimiranim zrakom u odijelu  <b>1b</b> izolacijski aparat s komprimiranim zrakom izvan odijela  <b>1c</b> dovod zraka u odijelo kroz cijev izvan odijela</p>
		<p><b>Kemijsko zaštitno odijelo tipa 2</b></p> <p>Plinopropusno odijelo, cijevni dovod zraka u odijelo, odijelo je u nadtlaku</p>
		<p><b>Kemijsko zaštitno odijelo tipa 3</b></p> <p>Odijelo za zaštitu od tekućina u obliku mlaza (pod tlakom)</p>
		<p><b>Kemijsko zaštitno odijelo tipa 4</b></p> <p>Odijelo za zaštitu od tekućina u raspršenom obliku</p>
		<p><b>Kemijsko zaštitno odijelo tipa 5</b></p> <p>Odijelo za zaštitu od čvrstih čestica u zraku</p>



**Slika 2:** Shematski prikaz zaštitnih odijela za zaštitu od kemijskih sredstava [9]

Trajnost kemijske zaštitne odjeće ovisi o čvrstoći materijala od kojeg je izrađena. Kemijska zaštitna odjeća prema trajnosti uporabe dijeli se na:

- **Trajnu uporabu** - Zaštitna odjeća za trajnu uporabu izrađuje se od mehanički otpornih materijala koji dozvoljavaju učestalo čišćenje i održavanje pri čemu materijal i nepropusnost moraju ostati isti. Testiranje na nepropusnost provodi se svake godine (sl. 3) a nakon deset godina odjeća se odbacuje zbog starosti [4].



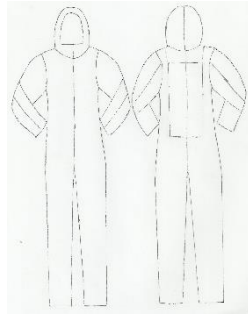
**Slika 3:** Ispitivanje nepropusnosti na zrak [11]

- **Ograničenu upotrebu** - Zaštitna odjeća ograničene uporabu izrađuje se od materijala koji se mehanički brže troše od trajnih, stoga je vijek korištenja ograničen. Testiranje na nepropusnost ne provodi se prvih pet godina a nakon toga testiranje se provodi jednom godišnje. Nakon deset godina odjeća se odbacuje zbog starosti [4].
- **Jednokratnu upotrebu** - Zaštitna odjeća za jednokratnu uporabu izrađuje se od jednoslojnih materijala koji imaju svojstva zaštite. Takva odjeća se najčešće koristi u prehrambenoj, farmaceutskoj i kemijskoj industriji gdje odjeća ima dovoljno visoku razinu zaštite za određene vanjske utjecaje nakon čega nije isplativo čišćenje odjeće i ispitivanje nepropusnosti materijala nego se odjeća uništava [4].

### 3. Eksperimentalni dio

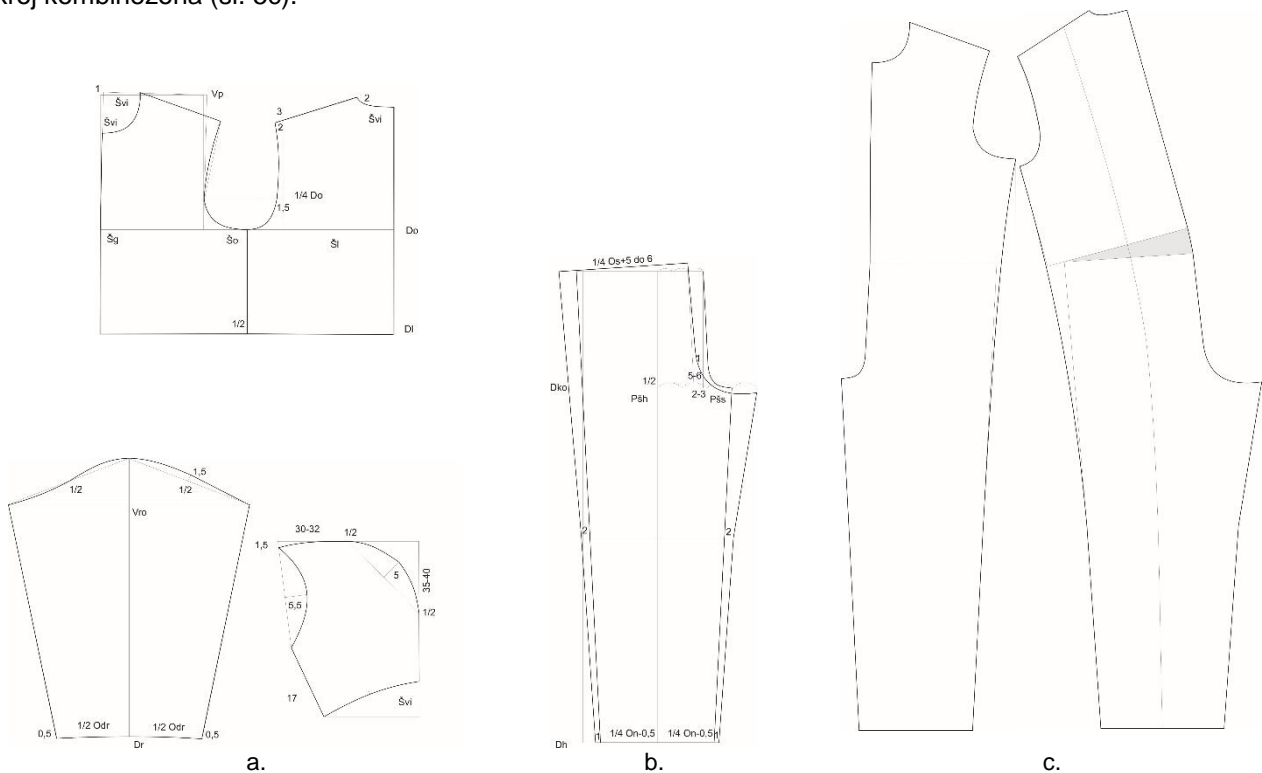
Na temelju navedenih karakteristika (udobnosti, neškodljivosti, nepropusnosti i sl.) koje mora zadovoljavati odjevni predmet da bi zaštita od kemijskih sredstava bila potpuna konstruiran je kombinezon za zaštitu od kemijskih sredstava koji je prikazan na sl. 4.

Prednji gornji dio kombinezona ima zatvarač na prednjoj sredini. Rukavi su iz dva dijela kao i kapuljača. Stražnji dio kombinezona je u svom gornjem dijelu oblikovan na način da se unutar kombinezona može integrirati spremnik sa zrakom [1].



**Slika 4:** Skica kombinezona za zaštitu od kemijskih sredstava [1]

Na sl. 5 prikazan je postupak razvijanja temeljnog kroja kombinezona odjevne veličine 50. Sl. 5a prikazuje konstrukciju prednjeg gornjeg dijela kombinezona, rukava i kapuljače, dok je na sl. 5b prikazana konstrukcija hlača odnosno donjeg dijela kombinezona [1, 12]. Metodama prekonstrukcije i modeliranja oblikovan je temeljni kroj kombinezona (sl. 5c).

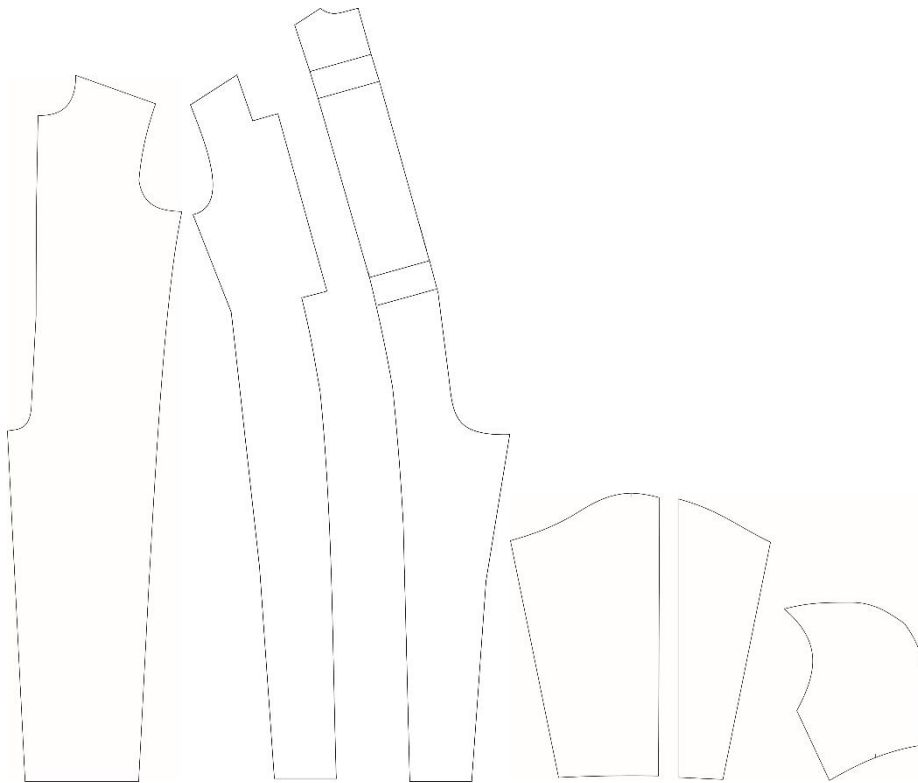


**Slika 5:** Konstrukcija temeljnog kroja kombinezona: a. konstrukcija gornjeg dijela kombinezona; b. konstrukcija donjeg dijela kombinezona; c. temeljni kroj kombinezona [1, 12, 13]

#### 4. Rezultati i rasprava

Na temelju modela kombinezona (sl. 4), konstrukcije i modeliranja kroja (sl. 5) izrađeni su krojni dijelovi za osnovni materijal za kombinezon koji služi za zaštitu od kemijskih sredstava (sl. 6).

Temeljni kroj kombinezona (sl. 5c) oblikovan je na način da osigura potrebnu komociju prilikom korištenja odjevnog predmeta. Uzeta je u obzir potrebna komocija pri saginjanju te je na stražnjoj sredini kombinezona dodano 4 cm pri spajanju gornjeg i donjeg dijela kombinezona.



**Slika 6:** Modelirani krojni dijelovi za kombinezon za zaštitu od kemijskih sredstava [1]

Stražnji dio kombinezona je metodama prekonstrukcije oblikovan tako da se u odijelo može integrirati aparat za disanje. Budući su aparati za disanje različitih tipova i kapaciteta što utječe na dimenzije aparata za disanje a u konačnici i na oblik kombinezona, uvijek je važno unaprijed znati o kojim se aparatima radi. Isto tako je potrebno pravilno odabrati aparata za disanje prema kapacitetu koji odgovara duljini zaštite koji pruža kombinezon što je slučaj kod kombinezona za jednokratnu uporabu. Prikazana konstrukcija može se koristiti za izradu odijela za zaštitu od kemijskih sredstava za sve tipove kombinezona. Prilikom prekonstrukcije temeljnog kroja kombinezona vodilo se računa da se smanji broj šavova na kombinezonu jer se na taj način smanjuje vjerojatnost od mogućeg propuštanja kemijskih sredstava.

Šavni dodaci koje je potrebno dodati na krojne dijelove ovise o vrsti materijala od kojeg se izrađuje kombinezon. Vrsta materijala neposredno utječe na sredstvo izrade i vrstu šava koji definira širinu šavnog dodatka. Kombinezoni se mogu sastavljati šivanjem ili ultrazvučnim spajanjem, pri tome se dodaju šavni dodaci od 1 do 1,5 cm.

## 5. Zaključak

U radu je prikazana konstrukcija kombinezona za zaštitu od kemijskih sredstava koji su obavezna zaštita na radnim mjestima visokog rizika. Na temelju prikazanog vidljivo je da je uz adekvatnu zaštitu vrlo važna i udobnost odjevnog predmeta zbog nepredviđenih situacija u kojima se korisnik može naći. Da bi se ostvarila odgovarajuća zaštita, udobnost i funkcionalnost vrlo je važno sustavno pristupiti razvoju kroja kombinezona jer je za konstrukciju odjevnog predmeta od presudnog značaja vrsta materijala koja se koristi, tip kombinezona koji se izrađuje te ima li ugrađene sustave za disanje ili hlađenje.

Osim u nekim industrijskim granama odjeća za zaštitu od kemijskih sredstava od ključnog je značaja u slučaju katastrofa velikih razmjera (Fukushima, Japan), ili pojave raznih smrtonosnih virusa čije posljedice nisu još poznate.

Odjeća, dakle, mora biti prilagođena stupnju opasnosti radnog mjesta, a zadaća poslodavca je da se pobrine da radnik ima najbolju moguću zaštitu tijekom vremena koje provede izložen raznim štetnim utjecajima.

## Literatura

- [1] Rabuzin, A.: Konstrukcija i modeliranje kombinezona za zaštitu od kemijskih sredstava, završni rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Studijska jedinica Varaždin, Varaždin, rujan 2012
- [2] <http://sh.wikipedia.org/wiki/Odjeća>, Accessed: 2017-12-08
- [3] [https://www.veleri.hr/files/datotekep/nastavni\\_materijali/k\\_sigurnost\\_2/8.\\_OsobnaZastitnaSredstvalOprema-zastita\\_tijela.pdf](https://www.veleri.hr/files/datotekep/nastavni_materijali/k_sigurnost_2/8._OsobnaZastitnaSredstvalOprema-zastita_tijela.pdf), Accessed: 2017-12-08
- [4] <http://www.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/Za%C5%A1titna-odje%C4%87a.pdf>, Accessed: 2017-12-08
- [5] <https://www.en-standard.eu/csn-en-13034-a1-protective-clothing-against-liquid-chemicals-performance-requirements-for-chemical-protective-clothing-offering-limited-protective-performance-against-liquid-chemicals-type-6-and-type-pb-6-equipment/>; Accessed: 2017-12-08
- [6] <https://www.scandiagear.com/quality/norms-and-standards/workwear/en-13982/>; Accessed: 2017-12-08
- [7] <https://www.en-standard.eu/csn-en-14605-a1-protective-clothing-against-liquid-chemicals-performance-requirements-for-clothing-with-liquid-tight-type-3-or-spray-tight-type-4-connections-including-items-providing-protection-to-parts-of-the-body-only-types-pb-3-and-pb-4/>; Accessed: 2017-12-08
- [8] <https://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=00000000030145033>; prosinac 2017
- [9] Horvat, J. & Regent, A.: Osobna zaštitna oprema, Sveučilište u Rijeci, ISBN 978-953-6911-43-1, Rijeka, 2009.
- [10] <http://www.respirexinternational.com/de/products/>; Accessed: 2017-12-08
- [11] <http://www.globalsafetyco.com/pdfs/DuPont%20K16150%20Test%20Kit.pdf>; Accessed: 2017-12-08
- [12] Ujević, D.; Rogale, D. & Hrastinski, M.: *Tehnike konstruiranja i modeliranja odjeće*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, ZRINSKI d. d., ISBN 953-96408-1-4, Čakovec, 2000.
- [13] Bogović, S.: Construction of Functional Protective Clothing, in *Functional Protective Textiles*, University of Zagreb Faculty of Textile Technology, (Ed. S. Bischof), ISBN-978-953-7105-45-7, Zagreb, 2012

## Autori:

Ana RABUZIN, bacc. ing. techn. text  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Adresa: Hallerova 6, Varaždin

doc. dr. sc. Slavica BOGOVIĆ  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Adresa: Prilaz baruna Filipovića 28a  
Tel: +(385) (1) 37 12 552

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

E-mail: [slavica.bogovic@tff.hr](mailto:slavica.bogovic@tff.hr)

## OSOBNI IDENTITET I MASOVNI MEDIJI KAO INSPIRACIJA ZA MODNU KOLEKCIJU

### PERSONAL IDENTITY AND MASS MEDIA AS INSPIRATION FOR FASHION DESIGN COLLECTION

Dominik BRANDIBUR; Paulina JAZVIĆ; Renata HRŽENJAK &  
Koraljka KOVAČ DUGANDŽIĆ

**Sažetak:** U ovom radu obrađuje se tema utjecaja masovnih medija na razvitak osobnog identiteta. Odijevanje u određeni stil je ujedno i simbol prihvaćanja identiteta koji nam se nudi, a odjeća koju odabiremo je medijator pomoću kojeg prisvajamo pripisanu ulogu. Pojedinačnik se ne odlučuje samo za jedan identitet, već ga može lakoćom zamijeniti drugim identitetom odijevajući druge odjevne predmete. Rezultat istraživanja je izrada vlastite kolekcije i ilustriranih sadržaja.

**Abstract:** This paper deals with the topic of mass media influence on the development of personal identity. Dressing in a particular style is also a form of identity acceptance which has been offered to us and the clothes serve as a mediator with which we are able to embrace our assigned role. The individual does not only choose one identity, he is easily able to exchange it for another only by dressing different pieces of clothing. The result of the research is the development of its own collection and illustrated content.

**Ključne riječi:** masovni mediji, pojedinac, identitet, odijevanje

**Keywords:** mass media, individual, identity, dressing

#### 1. Uvod

Izgradnja vlastitog identiteta često se bazira na utjecaju pop kulture i promidžbe kroz razne medijske platforme te se zbog toga pokušalo teorijski i praktično razraditi temu prisiljenosti aproprijacije današnjeg rastrošnog stila života kojeg njeguju razne prominentne figure visokog svijeta mode (svjetleći na reklamnim ekranima tramvajskih stanica ili lelujući na uličnim svjetiljkama kod većih prometnih čvorišta). Postavlja se teza da masovni mediji utječu na oblikovanje identiteta koji će se pokušati potvrditi ili osporiti. Budući da nije svaka definicija 'mode', 'identiteta' i 'masovnih medija' jednaka, želi se približiti poimanje tih termina i na taj način ponuditi moguća gledišta na ostale teze i antiteze. Eksperimentalni dio donosi teorijski diskurs o utjecaju masovnih medija na razvoj identiteta te razradu umjetničkog procesa stvaranja rada koji se isključivo baziraju na korpusu prijelomnih stručnih tekstova o teoriji mode i dizajna te korištenja vlastitog kritičkog mišljenja. Prikazana je likovna analiza nekoliko ilustracija i dan je prikaz izvedenog modela s prototipom.

#### 2. Teorijski dio – modno i antimodno

Moda se razlikuje od odijevanja i ukrašavanja po tome što proizlazi iz modernog dizajna tijela kao dinamičkog načela usvajanja kulta novog. Moderna moda je vezana uz društveni poredak ili sustav mode u modernim zapadnjačkim društvima liberalne demokracije. Prirodne i socijalno-kulturne nejednakosti u društvenom poretku vrijednosti, određuju modernoj modi granice njezina djelovanja [1].

Paić emfazira tri paradigme mode – prvu kao moderna moda, drugu kao postmoderna moda i naposljetku suvremena moda. Modernom modom se, označava društveni poredak odijevanja i modnog ponašanja utemeljen socijalno-klasnom diferencijacijom u modernom kapitalističkom društvu. Postmoderna je moda, demokratski poredak vrijednosti individualizma koji označava pojam fluidnog identiteta nastalog iz područja kulture. Suvremenu modu određuje prevlast životnih stilova, sloboda izbora osobne mode i autonomija dizajniranog tijela. Moderno je doba bilo doba društvene hijerarhije mode, što bi se tumačilo kao visoka (fr. *haute couture*) moda protiv masovne (fr. *prêt-à-porter*). Postmoderno je doba kulturne diferencijacije nakon ulaska antimode u liberalno-demokratske poretke Zapada s naglaskom na novim politikama identiteta, a suvremeno doba nije fiksna oznaka za aktualnost sadašnjice. U analogiji s pojmom suvremene umjetnosti, suvremena moda upućuje na prijelazno stanje kraja modernosti uopće. To stanje je određeno najprije nestankom društvenih dihotomija u modi, zatim dovršetkom procesa dekonstrukcije kulturnih identiteta

kolektiva i pojedinca i na kraju ulaskom mode u tijelo koje se spektakularno prurušava odbacujući sve dotadašnje norme i kanone da bi se dosegla životna sloboda od mode i za modu.

Stalna odjeća (antimoda) mijenja se sporo u vremenu, a cjelokupna vrijednost joj je ovisna o trajnosti, ali zato bitno varira u prostoru, pri čemu se posebna vrsta odjeće obično povezuje sa svakim zasebnim mjestom događaja i svakim zasebnim društvenim tijelom. Nasuprot antimode, pomodna odjeća (moda) se vrlo brzo mijenja u vremenu, pri čemu je sama njezina bit u strelovitosti promjene, ali razmjerno malo varira u prostoru, uz težnju da se svim dijelovima svijeta podložnim istim kulturalnim utjecajima i povezanim prikladnim sredstvima strelovita širi komunikacija. Oblici antimodne odjeće su uniforma koja služi kao univerzalni znak odijevanja što, uključujući vojne odore i svećeničko ruho, označava stabilnost i nepromjenjivost. Drugi primjer su traperice koje su najznačajnije za 20. stoljeće. One su odjeća radnika i predstavljaju ekonomiju odijevanja. Ukoliko odjevni predmet nema čvrstu materijalnu strukturu – ako nema visoke mode, traperice su bez značenja, a ako ima visoke mode, traperice su subverzivne, avangardne, pobuna [1].

### 1.1 Identitet i masovni mediji

Identitet se definira kao istovjetnost, potpuna jednakost; skup značajki koje neku osobu (ili svojstvo) čine onom koja jest ili onim što jest. Identitet znači ostati isti u razlici, znak slobode i vladavine nad svojim vlastitim bićem, svijesti, razlika spram drugih. Kao ljudi identitet oblikujemo kroz kulturu vlastitim odabirom proizvoda ili one koje nam društvo nameće i nudi, no sve je stvar vlastitog izbora. Identitet roda, klase, odgoja nije lako mijenjati, ali ga možemo preoblikovati uz pomoć procesa socijalizacije. Kroz proces socijalizacije učimo razlikovati društvo, sličnosti i razlike između sebe i drugih. Identitet se izgrađuje u odnosu između nas i drugih, kako nas drugi vide i kako mi druge vidimo utječe na samu predodžbu vlastitog identiteta, odnosno, vlastitu predodžbu o sebi [2].

Masovni mediji zajednički je naziv za sredstva javnog priopćivanja i ustanove koje proizvode i pružaju informacije u najširim razmjerima (novine, radio, TV, film, www i ostali elektronički mediji). Pritom je bitno napomenuti da su oni i sredstva masovnog priopćivanja, skupni naziv za komunikacijska sredstva, sredstva javnoga priopćivanja i ustanove koje djeluju na velik broj čitatelja, slušatelja i gledatelja. Publiku masovnih medija čine pojedinci koji selektivno i katkad kritički primaju i raznoliko dekodiraju poruke i sadržaje medija, ponajviše pod utjecajem svoje društvene okoline. Tradicionalni masovni mediji sve se više povezuju s računalnom tehnologijom pa nastaju novi interaktivni mediji, kao što je Internet – koji više nije tipičan masovni medij, jer su proizvodnja i distribucija podvrgnute institucionalizaciji i komodifikaciji, a publika dislocirana vremenski i/ili prostorno. Zbog toga se termin masovni mediji sve češće zamjenjuje terminom komunikacijski mediji [3].

## 2. Eksperimentalni dio

Jedna od odrednica u poslovanju *branda*, jest poticanje individualnosti i formiranja vlastitog identiteta. Promiče se stvaranje vlastitog identiteta koji je uvjetovan izgradnjom životnog stila prema smjernicama masovne mode. Izgradnja identiteta je zapravo ograničena jer radnici moraju biti odjeveni u odjeću iz produkcije *brandova* i time stvaraju uniformirane klonove kopirane s njihovih reklamnih kampanja – medija. Potrošačima se prezentira preporučeni životni stil kroz promidžbene materijale, ali i samu odjeću na radnicima čime potrošači postaju identični radnicima, ali i radnici potrošačima.

### 2.1 Utjecaj medija na formiranje identiteta

Tvorba identiteta je refleksivni projekt pronalaženja sebstva. *Brandovi* masovnom proizvodnjom, pristupačnim cijenama, atraktivnim reklamnim sadržajem i velikoj geografskoj rasprostranjenosti proizvodi lažnu sliku vlastitog identiteta te sa svojom odjećom osobu utapa u masu i čini ga unitarnim dijelom populacije, zanemarujući kulturni i nacionalni identitet [1].

Masovni mediji, zajedno s informatikom, elektronikom i telefonijom danas su teška industrija društva. Glavna poruka globalizacijskog sustava i širenja neoliberalnog koncepta. Oni služe tome da neprestano uvećavaju moć pojedinca, a spuštaju razinu mase. Uz to *brandovi* masovne mode s raznovrsnom ponudom svojih proizvoda u različitim konceptima prodaju različite životne stilove. Tako je ulaskom u dućan moguće postati poslovna snažna žena, urbana alternativna posjetiteljica glazbenih festivala, brižna majka, atletičarka, princeza ili pak tzv. „the girl next door“ [4]. Osim toga nudi se i širok spektar supkulturnih stilova. Poznato je da *brandovi* masovne mode ostvaruju suradnje s poznatim ličnostima radi popularizacije *branda* i veće



medijske eksponiranosti time privlačeći veliku količinu potrošača koji slijede kult ličnosti pojedinih *celebrityja* [1].

## 2.2 Skiciranje – proces istraživanja teme

Potaknut razmišljanjima utjecaja *branda* masovne mode na vlastiti identitet, u svojim skicama autor (Dominik Brandibur) pokušava prikazati suštinsko pitanje ljudskog identiteta. Kroz skicu autor prenosi svoje prvotno razmišljanje o danoj temi. One se koriste kao medij za prijenos određene umjetničke zamisli ugrubo izvedenim crtežom koji će poslije poslužiti kao osnova za završni oblik umjetničkoga djela-objekta. Kolažiranjem se nastoji prikazati fragilnost ljudskog identiteta stavljajući na skice izrezan reklamni materijal *brandova* masovne mode predstavljajući tako čin odijevanja i razodijevanja (slika 1). Kako bi se ukazalo na ljudsku prirodu zamaskiranu raznim elementima od kojih je jedan, dakako, odijevanje i moda.

Moda istovremeno izražava i naglašava i nagon za egalitizacijom i nagon za individualizacijom, draž oponašanja i draž isticanja. Mnogo je primjera kada odijevanje nije osobna stvar pojedinca, nego se njime bave društvo i institucije pripisujući *dress code* kao sredstvo prepoznavanja i pripadnosti određenoj društvenoj skupini. Odjeća nas prema tome svakako određuje i svrstava kao pripadnike određene društvene skupine, klase ili podneblja. Termin institucija prema autorovoj interpretaciji može se danas ujedno tako i protumačiti kao *brand* masovne mode. Stvarajući svoj vlastiti *dress code* i svoju supkulturu, na skicama trudilo prikazati kritiku upućenu dekadentnim aspektima odijevanja i lažnim licima koje odjeća odašilje. Moda sa svojim karakteristikama neuhvatljivog, kratkotrajnog i nestalnog postaje metafora obmane suvremenog čovjeka u svijetu masovnog konzumerizma. Određena roba i odjeća se poistovjećuju sa stilom života i reklamna poruka se poručuje konkretnim segmentima potrošačkog tržišta, a ne više kao nekada neizdiferenciranoj masi potrošača. Budući da je individualan identitet u velikoj mjeri izgubio karakter pripisanosti, pojedinac je danas u položaju da svoj identitet sam gradi birajući određeni stil života i materijalizirajući ga u različitim područjima života [6].



Slika 1: Istraživanje ideja kroz prikaz skica [5]

### 2.3 Simbolika materijala

Svjedoci smo danas minimalnog novinarstva pretvorenog u glamurozni, svjetski spektakl. Medijski je svijet postao zaseban svijet sa svojim kodovima, slikama, jezikom i istinom te proizvodi pa prodaje vlastitu stvarnost, papir i pokretne slike kao što druge industrije proizvode tekstil, vijke ili kremu za sunčanje [4]. Pravi trijumf u naše postpovijesno doba više ne pripada modi, nego medijskome spektaklu.

Medijski spektakl je formu mode, sustav i cikluse nadomjestio logikom događaja spektakla slike. Zato je bitno promisliti zašto moda u doba spektakla ima karakteristike apokaliptičnog ugođaja duha vremena toliko srodno kulturnome pesimizmu i dekadenciji? I to upravo u trenutku kada se njezina polivalentnost formi u međugri antimode, visoke mode i masovne mode čini blještavilom životne moći individualnosti protiv svih nametanja pravila, normi i kanona modernoga svijeta. [1].

Materijal koji je odabran za izradu ovog rada upravo reflektira gore navedene teze jer se radi o reklamnim plakatima *brandova* masovne mode kojeg možemo vidjeti na svakoj stanici, većim okupljalištima, poslovnim centrima i sl. S druge strane, s reklamnih estetiziranih figura dolazi samo jedna poruka: ovo je svijet vizualne reprodukcije znakova života kao mode i mode kao života. Sve ostalo je pakao realnoga [1].

Iz tog razloga smatra se da odabir ovog materijala savršeno simbolizira modu kao samoidentifikaciju preferiranog životnog stila i vlastitog identiteta. Korišteni materijal je tekstilna površina velikog formata na kojoj se nalazi takozvano „lice s naslovnice“ – prominentna sveprisutna figura u javnom životu. Točnije, radi se o reklamnoj kampanji *branda* masovne mode koju možemo vidjeti na različitim modnim portalima, časopisima, reklamama na TV-u, samo ovog puta megalomanski projicirana na plakat čime iskazuje svoju moć nad pojedincem. Prevlast događaja kao spektakla nad modom može uočiti u načinu difuzije modnih sadržaja u vizualnim medijima – modnim časopisima, magazinima i sl. U ekspanziji virtualne mode u doba digitalne slike, moda se elastično širi s područja modnog dizajna na sve moguće oblike životnih stilova. Biti u modi danas znači biti vizualno informiran o novom sustavu znakova kao „ikona“ suvremene mode. Nije važno znati sve o modelima i manekenkama, nego ponajprije o konceptualnim razlikama između modnih dizajnera. Izbor modne marke predodređen je utoliko izborom životnog stila [1].

### 2.4 Kreativni rad kao novi pristup formiranju identiteta

Osmišljavanje, pletenje, kreiranje, šivanje, oblačenje, nošenje, prezentacija ili garderobiranje odjeće postaju sami sebi svrhom u umjetničkom promišljanju, a ujedno i suvremeni umjetnički znak, tj. metafora jedne nove društvene stvarnosti [7].

Budući da se na tekstilnom materijalu nalazi tzv. „lice s naslovnice“ – mjerenje, konstruiranje, krojenje, šivanje postaju metaforom koja opisuje konstrukciju osobnog identiteta. Time krojenjem odjevnog predmeta prema vlastitim mjerama dovodim u pitanje ideju o (ne)prihvatanju novonastalog identiteta. Procesom izrade nastaje niz međusobno povezanih cjelina koje kao dokumenti svjedoče o slojevitoj interpretativnosti rada. U naše doba, kreativni rad poistovjećuje se s novim pristupom formiranja identiteta, ne samo organskog i fizionomskog, nego i na duhovnoj i socijalnoj razini, što je očigledno da se suvremenom modom na iznimno složen način označava tvorba novih identiteta. Paradoks slobode je u modi u tome što se tijelo odijevanjem, ukrašavanjem, upisivanjem/označavanjem identiteta oslobađa slobode da sebe pokazuje-u-svijetu kao duhovnu sferu egzistencije na koju se uvijek poziva postavkom da odijelo ne čini čovjeka [1].

#### 2.4. Identitet kao vlastiti izbor

Odjeća je čovjekov dopunski organ bez kojeg bi društveni život bio nezamisliv, a ona također predstavlja sastavni, pa čak i neizostavni dio ljudskog organizma. Između ostalog, simbolizira estetizirani kostim iza kojeg se uspješno skriva stvarno čovjekovo lice te u tom pravcu služi kao posrednik između mase i pojedinca [1].

Odijevanjem odabranih komada iz kolekcije dajem mogućnost prihvatanja ili odbijanja nametnutog identiteta sebi, ali i drugim nosiocima. Zakopčavanjem odjevnog predmeta predstavlja se prihvatanje nametnutog identiteta/stila, stapanja s masom i unificiranja. U ovom slučaju odjevni predmet predstavlja pomagalo kojim se služim kako bih drugima predstavio njima pripisanu ulogu od medija. Odavno smo svjesni da se tijelo, odijevanje i šminkanje mogu koristiti kao pomagalo u formiranju preferiranog identiteta te mogu slati različite poruke okruženju. Svako od nas ima pravo predstaviti i potvrditi vlastito viđenje svog identiteta. No, je li to viđenje zaista ispravno? Otkopčavanjem se otvara pitanje tko sam, tko želim biti ili/i tko bih eventualno mogao

biti te tko su drugi. Identitet ne označava jedno zauvijek dano stanje, već se radi o procesu samoidentifikacije, razgrađivanja, ne samo u pogledu individualnog, nego i kolektivnog identiteta.

Demokratski duh je, koji ujedno izjednačava vrijednosti, učinio stilove života postmodernim nadomjestkom za veliki sajam bizarnosti, ekstravagancije, taština i shizofrene potrebe za vlastitim osobnim identitetom [1].

### 3. Rezultati i rasprava

Rezultat rada su mapa ilustracija i sašivena kolekcija. Glavna likovna tehnika pri izradi ilustracija je kolaž. Korišteni likovnog kolaža nalaze se u pučkom stvaralaštvu, a kubizam taj postupak uvodi u svijet visoke umjetnosti. No, tek u doba dadae kolaž doživljava svoj vrhunac jer u dobu dadaizma kolaž, fotomontaže i korištenje gotovih objekata bile su široko prihvaćene. Ostale korištene tehnike u radovima su ponajprije crtačke, pomoću kojih se stvaraju ilustracije koje čine samu srž ovoga rada, i slikarske, pomoću kojih se stvaraju pozadine za ilustracije kako bi se u potpunosti izrazilo viđenje zadane teme.

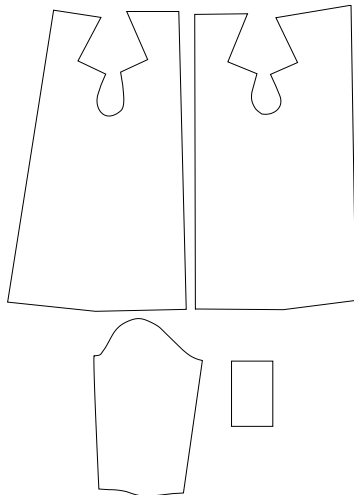
Koristeći fragmente drugih slika, tipografski materijal, isječke iz novina i razne slikarske i crtačke tehnike, stvorene su pozadine koje odaju sebi svojstven dojam i osjećaj nedefiniranog prostora. Na pozadine se unose ilustracije koje prikazuju osobe u intimnim pozama i radnjama, odjevene u odjeću na kojima se nalaze motivi s „licima s naslovnica“. Ovdje se koriste fotografije iz modnih časopisa. Ti isječci simboliziraju materijal, koji se koristi i u izradi odjevnih predmeta. Korišteni fotografski materijal je monokromatski, a u kontrastu s njim pokušalo se bojama balansirati monokromiju s polikromijom.

Kompozicije radova nisu jasno definirane kao ni perspektive, kojima se pokušava dočarati traženje i formiranje identiteta u masi medija koji nas bombardiraju sadržajima sa svih strana. Nerazjašnjenom kompozicijom i perspektivom stvara se struktura u kojoj uneseni element dobiva novo značenje, stapajući se s elementima podloge i mijenjajući njezin vizualan izgled i značenje kao cjeline. Ilustrirane figure odaju dojam izgubljenosti, zamišljenosti, fragilnosti u zamrznutom intimnom trenutku i identitarne nekohezivnosti. Njihova konfuznost očitava se i u prostornom okruženju za koje nije moguće razabrati je li prostor privatn ili javan kao i njihov identitet. Likovi odijevanjem i razodijevanjem otvaraju pitanje identiteta koji je jednako zamršen kao i prostor kojim su okruženi – poput javnog i privatnog prostora, teško je odrediti je li i identitet likova jednak u privatnosti i u javnosti (slika 2) [5].



**Slika 2:** Autorski prikaz izrađenih ilustracija [5]

Kroj jakne se sastoji od prednjeg i stražnjeg dijela, rukava i džepa. Pri tome je prednji dio asimetričan i spojen sa stražnjim tako da ne postoje bočni šavovi, a na gotovom odjevnom predmetu nalazi se šav na stražnjoj sredini. Prednja sredina se proizvoljno kopča patentnim zatvaračem (slika 3). Otkrivanje, odnosno skrivanje identiteta omogućeno je kombiniranjem otvaranjem/zatvaranjem patentnog zatvarača.



a.



b.

c.

**Slika 3:** Krojni dijelovi (a.) i prototip modela koji ističe otkrivanje i skrivanje identiteta (b. i c.) [5]

#### 4. Zaključak

Masovni mediji, koliko god utjecajni bili i koliko god moć posjedovali, ne mogu nadići osobnu odluku pojedinca u izradi njegovog identiteta, već mogu biti tek gradivni dio u plejadi izbora identiteta. Time se osporava početna teza o gigantomahiji medija i pojedinca – pojedinac ipak posjeduje moć vlastite odredbe identiteta. Ritualom odijevanja i razodijevanja pojedincu je omogućeno skakanje iz jednog performativnog čina u drugi, time instantno mijenjajući svoju identitarnu formulaciju pretvarajući se u vrstu hibridnog društvenog kameleona. Pojedinac se ne odlučuje samo za jedan identitet, već ga može lakoćom zamijeniti drugim. Identitet je fluidnog karaktera i suštinski proces vlastite identifikacije i izgrađivanja, analiziranja i interpretiranja identiteta sebe i onih oko sebe. Usvajajući društvene norme, dnevne rituale, ukuse i odabir određenih odjevnih predmeta, predstavljamo željenu sliku sebe i svog sebstva pred drugima.

#### Zahvala

Slikovni materijali autorski su rad Dominika Brandibura, a fotografije su rad Lane Slavikovski iz vlastitog arhiva.

#### Literatura

- [1] Paić, Ž.: *Vrtoglavica u modi*, Altagama, str. 153-261, ISBN 978-953-6934-30-0, Zagreb, (2007.)
- [2] *Dostupan na:* <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=26909>, *Pristupljeno:* 2017-12-05
- [3] *Dostupan na:* <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=39312>, *Pristupljeno:* 2017-12-05
- [4] Katunarić, D.: *Carstvo medija*, Litteris, ISBN 978-953-7250-51-5, Zagreb, (2012.)
- [5] Brandibur, D.: *Osobni identitet i masovni mediji kao inspiracija za vlastitu kolekciju*, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (2017.)
- [6] Islamović, E.: *Moda i odijevanje kao sredstvo čovjekove identifikacije i socijalizacije*, *Zbornik radova sa međunarodnog naučnog skupa Pažnja! Odjeća, umjetnost, identitet*, Hošić, I., str. 93-99, ISBN 978-9958-624-39-1, 07.-08. listopada 2013., Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, Bihać, (2014.)
- [7] Hošić, I.: *Odjeća kao simbol identiteta (izložba)*, *Zbornik radova sa međunarodnog naučnog skupa Odjeća kao simbol identiteta*, Hošić, I., str. 169-182, ISBN 978-9958-624-36-0, 23.-25. svibanj 2011., Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću i Gradska galerija Bihać, Bihać, (2012.)

#### Autori:

Dominik BRANDIBUR, univ. bacc. ing. text.

Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Prilaz baruna Filipovića 28 a, Zagreb

Tel: +(385) (98) 187 6046

E-mail: [dominikbrandibur@hotmail.com](mailto:dominikbrandibur@hotmail.com)

Izv. prof. art. Paulina JAZVIĆ, Doc. dr. sc. Renata HRŽENJAK, Izv. prof. art. Koraljka KOVAČ DUGANDŽIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Prilaz baruna Filipovića 28 a, Zagreb

Tel: +(385) (1) 3712 548;

E-mail: [paulina.jazvic@tff.hr](mailto:paulina.jazvic@tff.hr)

+(385) (1) 3712 561;

E-mail: [renata.hrzenjak@tff.hr](mailto:renata.hrzenjak@tff.hr)

+(385) (1) 3712 548

E-mail: [koraljka.kovac@tff.hr](mailto:koraljka.kovac@tff.hr)

## UTJECAJ TEHNIKE PREDENJA NA FIZIKALNO-MEHANIČKE KARAKTERISTIKE PREĐE IZ MIKROMODALNIH VLAKANA

### IMPACT OF SPINNING TECHNIQUE ON PHYSICAL-MECHANICAL YARN CHARACTERISTICS FROM MICROMODAL FIBERS

Zenun SKENDERI; Goran IVEKOVIĆ & Dragana KOPITAR

**Sažetak:** Istražena su fizikalno-mehanička svojstva rotorske i prstenaste pređe finoće 20 tex izrađene iz mikro modalnih vlakana finoće 1 dtex tt Lenzing namijenjene za izradu pletenih plošnih proizvoda. Kod jednakog broja vlakana u poprečnom presjeku, maloj razlici u broju uvoja pređa te vrlo velikoj koherentnosti finoće, uspoređene su vrijednosti svih obilježja koja se ispituju u predionicama korištenjem F-testa i t-testa uz pouzdanost od 95 %. Nejednolikost mase pređe na svim mjernim dužinama veća je kod rotorske pređe. Pojava tankih i debelih mjesta učestalija je kod rotorske pređe na gotovo svim razinama osjetljivosti mjerenja. Broj čvorića rotorske pređe je veći na manjim razinama osjetljivosti mjerenja, dok je na većim razinama osjetljivosti mjerenja manji. Dlakavost rotorske pređe je manja, dok su sva vlačna svojstva prstenaste pređe naglašeno bolja.

**Abstract:** The physical-mechanical properties of rotor and ring yarns of count of 20 tex made from identical microfiber of fineness of 1 dtex of Lenzing company, intended for knitted fabric were investigated. With the same number of fibres in the yarn cross section, a small difference in the number of yarn twists and very high coherence of yarn fineness, the values of all properties, using the F-test and the t-test with 95% confidence were compared. The yarn mass unevenness, at all measuring lengths was higher with rotor yarn. The appearance of thin and thick places was more frequent with rotor yarn at almost all sensitivity testing levels. The number of neps of rotor yarns was higher at lower sensitivity testing levels, while at higher sensitivity testing levels it was smaller. The yarn hairiness of rotor yarn was lower, while all tensile properties of ring yarn were better.

**Ključne riječi:** rotorska pređa, prstenasta pređa, kvaliteta, mikro modalna vlakna

**Keywords:** rotor yarn, ring yarn, quality, micro modal fibres

#### 1. Uvod

Pređe namijenjene za izradu pletenih proizvoda koji priliježu uz kožu često se izrađuju iz modalnih i mikromodalnih vlakana koja proizvodu daju mekan i svilenkast sjaj, higroskopnost, prozračnost i dobra bojadisarska svojstva. Modalna i mikromodalna vlakna spadaju u grupu umjetnih celuloznih vlakana izrađenih od prirodnog polimera – celuloze, a izrađuju se iz bukve (*Fagus sylvatica*) i pripadaju porodici Fagaceae [1]. Često se nazivaju i regenerirana celulozna vlakna. Naziv modalno i mikro modalno vlakno potječe od tt. Lenzing čiji su trgovački nazivi Modal® odnosno MicroModal® [2]. Proizvode se viskoznom tehnološkim postupkom ispredanja iz otopine. Unutrašnjost vlakana je bolje uređena u usporedbi sa viskoznom vlaknima, pa je udio kristalnog područja kod njih veći [3]. Proizvode se kao filamenti ili vlasasta vlakna [4]. Za izradu pređa koje su namijenjene za odjevne predmete koji priliježu uz kožu, koriste se vlasasta vlakna. Uobičajene finoće modalnih vlakana ove namjene su 1,3 dtex i 1,0 dtex (mikro vlakna), a dužina vlakna im je obično 38 mm. Detaljnija analiza svojstava regeneriranih celuloznih vlakana uključujući modalna vlakna, prikazana je u radovima Kreze i Malej [6] i Fras Zemljic i sur. [7]. Općenito, obilježja kvalitete predene pređe, pa tako i pređe iz mikro modalnih vlakana, strogo ovise o vrsti sirovine, broju vlakana u poprečnom presjeku, broju uvoja te uređenosti vlakana u strukturi pređe. Za jednaku vrstu sirovine, finoću pređe i namjenu, obilježja kvalitete pređe uglavnom ovise o: uređenosti vlakana u strukturi (u poprečnom presjeku i po dužini), izravnatosti i uzdužnoj usmjerenosti i dužini upredanja vlakana u strukturi pređe. Teoretsku analizu mehanike uvijenih pređa obrađivao je Hearle [8], migraciju vlakana u predenim i filamentnim pređama Hearle i sur. [9], a kut uvijanja vlakana u pređi Klein [10]. Lord [11] se bavio strukturom rotorske pređe, te navodi da vlakna migriraju na različite načine, a spiralna obavijenost vlakana oko osi ovisi o radijusu pređe. Povezanost uzdužne distribucije vlakana i svojstva rotorske pređe te koeficijent upredenosti vlakana, opisani su u radovima Ishtiaque i Trajkovića i sur. [12,13]. Strukturu prstenaste, rotorske i aerodinamičke pređe istraživali su Soe i sur. [14] te zaključuju da jednodnost, dlakavost, voluminoznost, čvrstoća, kompresijska svojstva i svojstva savijanja ovise o strukturi pređe. Ghosh i sur [15] također su istraživali čvrstoću predene pređe u ovisnosti o dužini ispitivanja

uzoraka i brzini istezanja. Svojstva rotorske, prstenaste i aerodinamičke pređe iz različitih vrsta vlakana istraživali su Erdumlu i sur. [16]. Njihovi rezultati pokazuju da aerodinamička pređa ima manju dlakavost i bolju otpornost na piling u usporedbi sa prstenastom i rotorskom pređom. Dlakavost pređa istraživali su Thilagavathi i sur. [17] te Haleem i Wang [18]. Cilj ovog rada bio je istražiti kako tehnološki proces i tehnika predenja utječu na fizikalno-mehanička svojstva kvalitete prstenaste i rotorske pređe izrađene iz jednakih mikro modalnih vlakana tt. Lenzing, sa naglašenim osvrtom na nejednolikost pređe i učestalost pojave različitih tipova grešaka na pređi.

## 2. Eksperimentalni dio i rezultati

Za eksperiment su zasebnim tehnološkim postupcima ispredene dvije pređe iz mikro modalnih vlakana dužine 38 mm i finoće 1 dtex: klasična prstenasta pređa finoće 20 tex (Nm50), te OE rotorska pređa finoće 20 tex (Nm50), obje namijenjene za pletenje. Prstenasta pređa je izrađena po standardnom grebenanom postupku, koji se sastoji iz slijedećih faza: priprema vlakana (otvaranje, miješanje, grebenanje), pripremu za predenje (istezanje, predpredenje), prstenasto predenje te prematanje i čišćenje. Postupak izrade rotorske pređe također je standardni grebenani postupak, koji se sastoji iz slijedećih faza: pripreme vlakana (otvaranje, miješanje i grebenanje), pripremu za predenje (istezanje) te rotorsko predenje. Dakle, rotorski je postupak kraći za dvije tehnološke faze, fazu predpredenja te fazu prematanja i čišćenja pređe. Na ispredenim pređama izvršena je usporedba osnovnih fizikalno-mehaničkih svojstava sa 10 križnih namotaka po vrsti pređe, i to: finoće, broja uvoja, vlačnih svojstava te parametara nejednolikosti (uključujući greške na pređi i dlakavost pređe). Korištene su odgovarajuće standardne metode kako slijedi:

- Finoća pređe - prema normi *HRN EN ISO 2060:2008 Tekstilije - Pređa s namotka - Određivanje duljinske mase (mase po jedinici duljine) metodom vitice* [19]; sa svakog križnog namotka jedne vrste pređe (ukupno 10 po vrsti pređe) izvršeno je po jedno mjerenje finoće na dužini od 100 m te je određena srednja vrijednost, standardna devijacija i koeficijent varijacije.
- Uvojitost pređe – prema normi *HRN EN ISO 2061:2015 Tekstil - Određivanje uvojitosti pređa - Metoda izravnog brojenja* [20]. Po navedenoj metodi određen je broj uvoja samo prstenaste pređe dok rotorske pređe nije određen zbog neprikladnosti metode. Za određivanje uvojitosti rotorske pređe, nema standardne metode već je uvojitost određena iz omjera broja okretaja rotora i proizvodne brzine pređe.
- Nejednolikost pređe prema normi *ASTM D1425/D1425M-14 Standard Test Method for Evenness of Textile Strands Using Capacitance Testing Equipment* [21]; nejednolikost, broj grešaka na pređi i dlakavost određeni su na uređaju Uster Tester 4-S, sa brzinom prolaza pređe kroz mjerno polje od 400 m/min. Uređaj preračunava vrijednost ovog obilježja na 1 km. Izvršeno je po jedno mjerenje po križnom namotku svake vrste pređe a vrijeme trajanja ispitivanja po jednom namotku je bilo 1minuta.
- Vlačna svojstva pređe prema normi *HRN EN ISO 2062:2010 Tekstil - Pređe s namotka - Određivanje prekidne sile i istezanja pri prekidu uređajem s konstantnom brzinom produljenja* [22]. Mjerenja su izvršena na uređaju USTER TENSORAPID 4. Izvršeno je po 100 mjerenja po namotku uz brzinu stezaljke od 5 m/min.
- Uz pouzdanost od 95% provedeni su *F*-test za testiranje hipoteze o jednakosti varijanci osnovnih normalnih distribucija određenog obilježja pređe te *t*-test za usporedbu srednjih vrijednosti [23].

## 3. Rezultati i diskusija

Rezultati srednjih vrijednosti, standardne devijacije, koeficijenti varijacija te pripadajuće vrijednosti parametara za provođenje testova dati su u tablici 1. Uspoređena su slijedeća obilježja: finoća, uvojitost, osnovna nejednolikost ( $CV_m$ ), nejednolikost na različitim mjernim dužinama, broj tankih mjesta (TM), broj debelih mjesta (DM), broj čvorića (Č), dlakavost pređe (H) te vlačna svojstva pređe.

**Tablica 1:** Rezultati pojedinih karakteristika kvalitete prstenaste i rotorske pređe iz mikro modalnih vlakana i provedeni testovi *F*-test i *t*-test uz pogrešku prve vrste  $\alpha = 0,05$

Red. broj	Karakteristika kvalitete pređe	Prstenasta pređa	Rotorska pređa	$F_r^*$	$F_o^*$	$S_d^{**}$	$t_r^{**}$	$t_o^{**}$
1.	Finoća (tex); s (tex) CV (%)	20,04; 0,204 1,02	20,12; 0,169 0,84	1,46	3,18	0,084	0,952	2,101
2.	Broj vlakana (nazivni) u poprečnom presjeku ( $T_{ip}/T_{iv}$ )	200,4	201,2	-	-	-	-	-
3.	Uvojitost ( $m^{-1}$ ); s ( $m^{-1}$ ) CV (%)	734; 16,882 2,3	750, - -	-	-	-	-	-

4.	CV <sub>m</sub> (%); s (%) CV (%)	9,67; 0,184 1,9	12,69; 0,089 0,7	4,27	3,18	0,065	46,461	2,101
5.	CV <sub>1m</sub> (%); s (%) CV (%)	3,25; 0,127 3,9	4,41; 0,198 4,5	2,43	3,18	0,074	15,676	2,101
6.	CV <sub>3m</sub> (%); s (%) CV (%)	2,28; 0,130 5,7	3,57; 0,193 5,4	2,20	3,18	0,074	20,135	2,101
7.	CV <sub>10m</sub> (%); s (%) CV (%)	1,63; 0,155 9,5	2,56; 0,118 4,6	1,74	3,18	0,016	57,407	2,101
8.	TM (-30%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	130,2; 34,894 26,8	1256; 35,224 2,8	1,02	3,18	15,679	71,803	2,101
9.	TM (-40%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	1,4; 1,266 90,4	61,1; 5,685 9,3	20,2	3,18	1,842	32,410	2,101
10.	TM (-50%, /1 km); s (/km) CV (%)	0; 0 0	0,9; 1,101 122,3	-	-	-	-	-
11.	TM (-60%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	0; 0 0	0; 0 0	-	-	-	-	-
12.	DM (+35%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	30,4; 8,026 26,4	245,8; 17,698 7,2	4,86	3,18	6,145	35,053	2,101
13.	DM (+50%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	5,8; 4,420 76,2	12,9; 3,728 28,9	1,41	3,18	1,829	3,882	2,101
14.	DM (+70%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	2; 2,310 115,5	0,1; 0,316 316,2	53,44	3,18	0,737	2,578	2,101
15.	DM (+100%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	0,3; 0,483 161,0	0; 0 0	-	-	-	-	-
16.	Č (+140%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	98,9; 18,989 19,2	778,8; 46,728 6,0	6,06	3,18	15,950	42,627	2,101
17.	Č (+200%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	28,5; 9,149 32,1	31,2; 6,271 20,1	2,13	3,18	3,508	0,770	2,101
18.	Č (+280%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	7,8; 4,758 61,0	1,3; 1,059 81,5	20,19	3,18	1,541	4,218	2,101
19.	Č (+400%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	1,9; 2,079 109,4	0,1; 0,316 316,2	43,29	3,18	0,665	2,707	2,101
20.	Dlakavost (/1 cm); s (/1 cm) CV (%)	5,28; 0,211 4,0	4,08; 0,069 1,7	9,35	3,18	0,070	17,143	2,101
21.	Čvrstoća (cN/tex), s (cN/tex) CV (%)	24,09; 1,549 6,43	15,86; 1,356 8,55	1,31	3,18	0,651	12,642	2,101
22.	Istezanje (%); s (%) CV (%)	10,30; 0,543 5,27	8,00; 0,634 7,92	1,36	3,18	0,264	8,712	2,101
23.	Rad (N cm); s (N cm) CV (%)	14,26; 1,410 9,89	7,70; 1,078 14,0	1,71	3,18	0,561	11,693	2,101

\* - F<sub>r</sub> izračunata vrijednost iz omjera varijanci i F<sub>0</sub> teoretska vrijednost funkcije F-razdiobe

\*\* - s<sub>d</sub> – izračunata varijabla t-testa, t<sub>r</sub> izračunata vrijednost i t<sub>0</sub> teoretska vrijednost funkcije t-razdiobe

**Tablica 2:** Usporedba pojedinih karakteristika prstenaste i rotorske pređe iz mikro modalnih vlakana temeljem provedenih testova iz tablice 1 (F-test i t-test uz pogrešku prve vrste  $\alpha = 0,05$ )

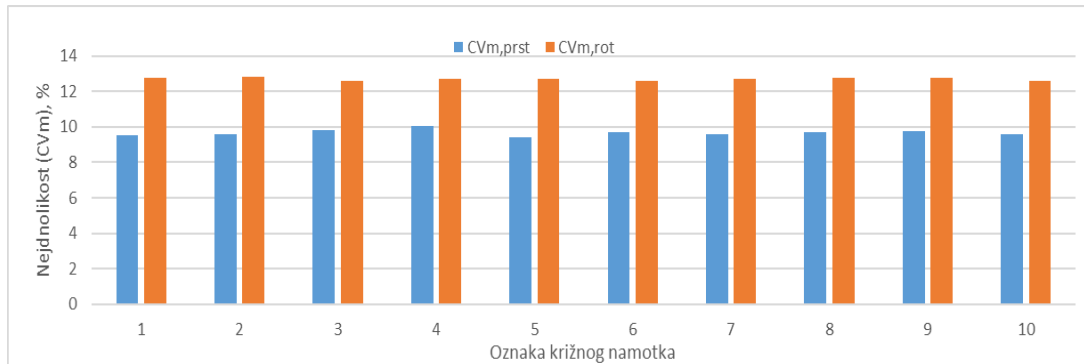
Red. broj	Karakteristika kvalitete pređe	F-test	t-test
1.	Finoća	Procjene varijance finoće statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti finoće statistički se ne razlikuju
2.	Broj vl. u popr. presjeku	-	-
3.	Uvojitost	-	-
4.	Nejednolikost CV <sub>m</sub>	Procjene varijance nejednoličnosti mase statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti nejednolikosti statistički se razlikuju
5.	Nejednolikost CV <sub>1m</sub>	Procjene varijance nejednoličnosti mase statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti nejednolikosti statistički se razlikuju
6.	Nejednolikost CV <sub>3m</sub>	Procjene varijance nejednoličnosti mase statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti nejednolikosti statistički se razlikuju
7.	Nejednolikost CV <sub>10m</sub>	Procjene varijance nejednoličnosti mase statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti nejednolikosti statistički se razlikuju
8.	TM (-30%)	Procjene varijance broja tankih mjesta statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja tankih mjesta statistički se razlikuju

9.	TM (-40%)	Procjene varijance broja tankih mjesta statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja tankih mjesta statistički se razlikuju
10.	TM (-50%)	-	-
11.	TM (-60%)	-	-
12.	DM (+35%)	Procjene varijance broja debelih mjesta statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja debelih mjesta statistički se razlikuju
13.	DM (+50%)	Procjene varijance broja debelih mjesta statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja debelih mjesta statistički se razlikuju
14.	DM (+70%)	Procjene varijance broja debelih mjesta statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja debelih mjesta statistički se razlikuju
15.	DM (+100%)	-	-
16.	Č (+140%)	Procjene varijance broja čvorića statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja čvorića statistički se razlikuju
17.	Č (+200%)	Procjene varijance broja čvorića statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja čvorića statistički se ne razlikuju
18.	Č (+280%)	Procjene varijance broja čvorića statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja čvorića statistički se razlikuju
19.	Č (+400%)	Procjene varijance broja čvorića statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja čvorića statistički se razlikuju
20.	Dlakavost (H)	Procjene varijance dlakavosti statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti dlakavosti statistički se razlikuju
21.	Čvrstoća	Procjene varijance čvrstoće statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti čvrstoće statistički se razlikuju
22.	Istezanje	Procjene varijance istezanja statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti istezanja statistički se razlikuju
23.	Rad do prekida	Procjene varijance rada statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti rada statistički se razlikuju

Za raspravu su ukupno obuhvaćene 23 karakteristike pređe. Za 22 karakteristike su dobiveni rezultati mjerenja, dok je 1 karakteristika - broj vlakana u poprečnom presjeku računski određen (tab. 1). Testiranja po F-test i t-test su izvršena na ukupno 18 karakteristika (tab. 2). Uvojitost pređa nije testirana, jer je ista mjerena samo na prstenastoj pređi. Zbog pojave da neka pređa jednostavno nema određeni tip grešaka (TM -40% i TM -60% i DM +100%), testiranja za te karakteristike nisu provedena. Generalno promatrajući rezultate provedenog F-test-a, vidljivo je da su varijance 10 karakteristika prstenaste i rotorske pređe ispredene iz jednakih mikro modalnih vlakana uz 95 % pouzdanosti međusobno jednake, i to kod: finoće, nejednolikosti  $CV_{1m}$ ,  $CV_{3m}$ ,  $CV_{10m}$ , TM -30%, DM +50%, Č +200%, čvrstoće, istezanja i rada do prekida. Na ostalim karakteristikama varijance su različite, i prema pravilima za provođenje t-testa, srednje vrijednosti se ne bi trebale uspoređivati. Ako se uvjetno provede t-test, što je u ovom radu učinjeno, rezultati pokazuju da su samo srednje vrijednosti finoća i broja čvorića Č+200% jednake. Ostale srednje vrijednosti ispitanih karakteristika se uz pouzdanost od 95 % razlikuju. Govoreći preciznije, prosječne vrijednosti svih obilježja (izuzimajući finoću), prstenasta pređa ima bolja svojstva od rotorske u slijedećim obilježjima: nejednolikosti ( $CV_m$ ,  $CV_{1m}$ ,  $CV_{3m}$ ,  $CV_{10m}$ ), TM (- 40%), DM (+ 35%), DM (+ 50%), Č(+ 140%), Č(+ 200%), čvrstoće, istezanja i rada. Razlog ovome je razlika u strukturi pređa. Prstenasta pređa ima prosječno izravnatija vlakna, jer kod njene proizvodnje ne dolazi do „prekida“ u strukturi, već se određeni broj vlakana uvijek zadržava u skupini zajedno do konačnog broja (vlakana) koji je određen finoćom pređe na prstenastoj predilici. Kod izrade rotorske pređe, na fazi rotorskog predenja se iz pramena izvlače pojedinačna vlakna, čime se skupnost vlakana narušava (nema je), pa se svako vlakno praktički ponaosob vodi u kanal rotora, gdje se ista združuju te u rotoru se iz njih uvijanjem oblikuje pređa. Posljedica toga je neuređenost vlakana u strukturi rotorske pređe u smislu neizravnosti i nedovoljnoj uzdužnoj orijentaciji. Na taj način nije iskorištena cijela dužina vlakana. Kod praktički jednakog broja vlakana u poprečnom presjeku pređa (200 odn. 2001) i koeficijenta varijacije finoće od 1,02 % odnosno 0,84 % (tab. 1 i 2), može se kazati da su finoće prstenaste i rotorske pređe izrađene po različitim tehnološkim postupcima, uz pouzdanost od 95 %, ne razlikuju. Nadalje, ujednačenost finoće govori o vrlo visokoj koherentnosti kvalitete kao posljedica kvalitete tehnoloških postupaka proizvodnje i kvalitete sirovine, te nadasve pravilnoj podešenosti svih tehničko-tehnoloških parametara proizvodnje. Prstenasta pređa ima broj 734 u/m dok rotorska 750 u/m (tab.1). Uvojitost prstenaste pređe  $T_m$  ( $u\ m^{-1}$ ) je mjerena metodom odvijanja, dok uvojitost rotorske pređe nije mjerena, već je određena iz tehničkih parametara stroja iz omjera broja okretaja rotora  $n_r$  ( $u\ min^{-1}$ ) i izlazne brzine pređe  $V_i$  ( $u\ m/min$ ) izrazom  $T_m = n_r/V_i$ . Razlog zašto je pristupljeno na ovakav način je taj što je određivanje uvojitosti rotorske pređe metodom odvijanja, kako je određeno kod prstenaste pređe, nepouzdanost i u praksi se ne provodi. U svakom slučaju, razlika u broju uvoja prstenaste ( $T_{mp}$ ) i rotorske pređe ( $T_{mr}$ ) je praktički mala i iznose 2,04 % ( $= ((T_{mr}-T_{mp})/T_{mp}) \times 100$ ). Navedena razlika ne može bitno utjecati na nejednoličnost, broj grešaka i vlačna svojstva pređa. Osnovna nejednolikost mase pređe ( $CV_m$ , mjerna dužina je 1 cm), veća je kod rotorske pređe i iznosi 12,69 %, u odnosu na prstenastu pređu čija je prosječna vrijednost



9,67 % (tab.1, sl. 1). Analogno navedenom, i za mjerne dužine od 1m, 3m i 10 m, nejednolikost pređe je veća kod rotorske pređe.



**Slika 1:** Nejednolikost CVm prstenaste i rotorske pređe ispređene iz mikro modalnih vlakana (MicroModal®)

Broj tankih mjesta za sve osjetljivosti veći je kod rotorske pređe (tab. 1) i kreće se od 0 za TM (-60%) do 1256 (TM -30%). Kod prstenaste pređe broj tankih mjesta je znatno manji i kreće se od 0 za TM (-60%) do 130 (TM -30%). Najveće razlike u broju tankih mjesta su na osjetljivosti od -30 % ( $1256/130,2 = 9,6$  puta) te na osjetljivosti -40% ( $61,1/1,4 = 46,6$  puta). Broj debelih mjesta (tab. 1) kod rotorske pređe je uglavnom veći i kreće se od 0 za DM (+100%) do 245,8 za (DM+35%). Kod prstenaste pređe broj se debelih mjesta kreće u rasponu od 0,3 za DM (+100%) do 30,4 za DM (+35%). Velike razlike u pojavi debelih mjesta rotorske i prstenaste pređe su na osjetljivosti +35% ( $245,8/30,4 = 8,1$  put), na osjetljivosti +70% ( $2/0,1 = 20$  puta) te na osjetljivosti +50% ( $12,9/5,8 = 2,2$  puta). Broj čvorića (tab. 1) je različit za različite razine osjetljivosti ispitivanja. Naime, na manjim osjetljivostima +140% i +200%, broj čvorića je veći kod rotorske pređe u odnosu na prstenastu pređu, dok je na većim osjetljivostima (+280% i +400%) broj čvorića manji. Najveće razlike u pojavi broja čvorića su na osjetljivostima +140% i 400%. Detaljnije, pojava čvorića kod rotorske pređe na osjetljivosti od +140% češća je za 7,9 ( $778,8/98 = 7,9$  puta), dok je na osjetljivosti +400% pojava čvorića kod rotorske pređe rjeđa za 19 puta ( $1,9/0,1 = 19$  puta). Iako su vrijednosti pojave čvorića na visokim osjetljivostima brojčano male, matematički su ipak uspoređene. Vrijednosti dlakavosti pređa (H) prikazane su u tab. 1. Dlakavost rotorske pređe H je manja (4,8) u odnosu na dlakavost prstenaste pređe (5,28). Sva vlačna svojstva (čvrstoća, istezanje i rad do prekida) su znatno lošiji kod rotorske u odnosu na prstenastu pređu. Tako je čvrstoća rotorske pređe iznosi samo 65,83 % od čvrstoće prstenaste pređe, istezanje samo 77,7 %, dok je rad, kao posljedica utjecaja čvrstoće i istezanja također znatno manji kod rotorske pređe i iznosi samo 54,0 %. Navedena vlačna svojstva direktno utječu na kvalitetu pletenih proizvoda koji priliježu uz kožu.

#### 4. Zaključak

Temeljem dobivenih rezultata mjerenja i izvršenih testiranja pojedinih obilježja kvalitete prstenaste i rotorske pređe iz mikro vlakana mogu se donijeti slijedeći zaključci:

- Kod praktički jednakog broja vlakana u poprečnom presjeku pređa (razlika je 0,5 %) finoće prstenaste i rotorske pređe izrađene po različitim tehnološkim postupcima, uz pouzdanost od 95 %, ne razlikuju; ujednačenost finoće govori o vrlo visokoj koherentnosti kvalitete kao posljedica kvalitete tehnoloških postupaka proizvodnje, kvalitete sirovine te pravilnoj podešenosti tehničko-tehnoloških parametara proizvodnje.
- Nejednolikost mase pređe na svim mjernim dužinama od 1 cm, 1 m, 3 m i 10 m veća je kod rotorske pređe u odnosu na prstenastu pređu.
- Broj tankih mjesta za sve razine osjetljivosti ispitivanja veći je kod rotorske pređe i kreće se od 0 za osjetljivosti ispitivanja -60% do 1256 za osjetljivosti ispitivanja od -30%. Najveće razlike u pojavi tankih mjesta su za osjetljivosti od -30% i -40%.
- Broj debelih mjesta uglavnom je veći kod rotorske pređe i kreće se od 0 za osjetljivost ispitivanja od +100% do 245,8 za osjetljivost ispitivanja od +35%. Izraženo velike razlike u pojavi debelih mjesta su za osjetljivosti ispitivanja od +35% i +50%.
- Broj čvorića na pređama kod različitih osjetljivosti ispitivanja je različit. Na manjim osjetljivostima ispitivanja (+140% i +200%) broj čvorića je veći kod rotorske pređe, dok je na većim osjetljivostima (+280% i +400%) manji.
- Rotorska pređa ima manju dlakavost od prstenaste pređe za 22,7 %, te izraženo slabija vlačna svojstva.

## Literatura

- [1] <https://www.arborday.org/trees/treeguide/TreeDetail.cfm?ItemID=790/>, pristupljeno 2017-12-11
- [2] <http://www.lenzing-fibers.com/en/lenzing-modal/softness/>, pristupljeno 2017-12-10
- [3] Čunko R., Andrassy M.: *Vlakna*, Zrinski d.d., Zagreb, 2005, str. 195-216.
- [4] Röder T., Moosbauer J, Wöss K., Schlader S., Kraft G.: Man-Made Cellulose Fibres – a Comparison Based on Morphology and Mechanical Properties, *Lenzinger Berichte* 91 (2013), 07-12.
- [5] <http://www.fibersource.com/fiber-products/microfiber/>, pristupljeno 2017-11-15
- [6] Kreze T., Malej S.: Structural Characteristics of New and Conventional Regenerated Cellulosic Fibers, *Textile Research Journal*, 73 (2003), 675-684, ISSN: 00405175
- [7] Fras Zemljic L., Sauperl O., Kreze K., Strnad S.: Characterization of regenerated cellulose fibers antimicrobial functionalized by chitosan, *Textile Research Journal* 83 (2013) 2, 185–196, ISSN: 00405175
- [8] Hearle J.W.S.: Theoretical Analysis of the Mechanics of Twisted Staple Fiber Yarns, *Textile Research Journal* 35 (1965) 12, 1060-1071, ISSN: 00405175
- [9] Hearle J.W.S., Gupta B.S., Goswami B.C.: The Migration of Fibers in Yarns: Part V: The Combination of Mechanisms of Migration, *Textile Research Journal*, 35 (1965) 11, 972 – 978, ISSN: 00405175
- [10] Klein W. Volume 1, The technology of short staple spinning, *Manual of textile technology, short-staple spinning series*, The textile Institute, Manchester, ISBN: 1870812980 (1998).
- [11] Lord P.R.: The Structure of Open-End Spun Yarn, *Textile Research Journal* 41 (1971) 9, 778 – 784, ISSN: 00405175
- [12] Ishtiaque S.M.: Longitudinal Fiber Distribution in Relation to Rotor Spun Yarn Properties, *Textile Research Journal* 59 (1989) 11, 696 – 699, ISSN: 00405175
- [13] Trajković D. Stamenković M, Stepanović J, Radivojević D.: Spinning-in Fibres – a Quality Factor of Rotor Yarns, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 15 (2007) 3, 49-54; ISSN 1230-3666
- [14] Soe A.K., Takahashi M., Nakajima M.: Structure and Properties of MVS Yarns in Comparison with Ring Yarns and Open-End Rotor Spun Yarns, *Textile Research Journal*, 74 (2004) 9, 819 – 826, ISSN: 00405175
- [15] Ghosh A., Ishtiaque S. M., Rengasamy R.S.: Analysis of Spun Yarn Failure. Part I: Tensile Failure of Yarns as a Function of Structure and Testing Parameters *Textile Research Journal* 75 (2005) 10, 731–740, ISSN: 00405175
- [16] Erdumlu N., Bulent Ozipek B., Oztuna A.S., Cetinkaya S.: Investigation of Vortex Spun Yarn Properties in Comparison with Conventional Ring and Open-end Rotor Spun Yarns, *Textile Research Journal*, 79 (2009), 7, 585-595, ISSN: 00405175
- [17] Thilagavathi G, Gukanathan G and Munusamy B. Yarn hairiness controlled by modified yarn path in cotton ring spinning. *Indian J Fibre Text Res* 30 (2005), 295–301, ISSN: 0975-1025
- [18] Haleem N., Wang X.: Recent research and developments on yarn hairiness, *Textile Research Journal*, 52 (2015) 2, 211–224, ISSN: 00405175
- [19] HRN EN ISO 2060:2008 Tekstilije - Pređa s namotka - Određivanje duljinske mase (mase po jedinici duljine) metodom vitice
- [20] HRN EN ISO 2061:2015 Tekstil - Određivanje uvojitosti pređa - Metoda izravnog brojenja
- [21] ASTM D1425/D1425M-14 Standard Test Method for Evenness of Textile Strands Using Capacitance Testing Equipment
- [22] HRN EN ISO 2062:2010 Tekstil - Pređe s namotka - Određivanje prekidne sile i istezanja pri prekidu uređajem s konstantnom brzinom produljenja
- [23] Pavlič, I.: *Statistička teorija i primjena*, Tehnička knjiga Zagreb, ISBN, Zagreb, (1971)

## Zahvala

Ovaj je rad financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom (IP-2016-06-5278).

### Autori:

Prof. dr. sc. Zenun SKENDERI ; Doc. dr. sc. Dragana Kopitar  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 26A, 10000-Zagreb, Hrvatska  
Phone: +(385) (1) 3712 577, 574 Fax: +(385) (1) 3712 599

E-mail:zenun.skenderi@tff.hr ; dragana.kopitar@tff.hr

Ing. Goran IVEKOVIĆ  
Predionica Klanjec d.o.o.  
Novodvorska 7, 49290-Klanjec, Hrvatska  
Phone: +(385) (49) 588 300

Fax: +(385) (49) 588 301

E-mail:predionica-klanjec@kr.t-com.hr.goran

## UTJECAJ UZORKA TKANINE NA VRIJEME ŠIVANJA SPECIFIČNIH TEHNOLOŠKIH OPERACIJA MUŠKOG SAKOA

### INFLUENCE OF FABRIC PATTERN ON THE SEWING TIME OF THE SPECIFIC TECHNOLOGICAL SEWING OPERATION OF MEN'S JACKET

Valentina VIZEC; Snježana FIRŠT ROGALE & Dubravko ROGALE

**Sažetak:** Najznačajnija i ujedno dominantno zastupljena faza u procesu proizvodnje odjeće je faza šivanja. U prosjeku oko 70 % ukupnog vremena proizvodnje odjevnog predmeta se odnosi na fazu šivanja, dok su vremena krojenja i dorade odjeće znatno manje zastupljene. Tehnološke operacije šivanja traju kratko, visoko su repetitivne te značajno psihofizički opterećuje radnika. Ovisno o vrsti odjevnog predmeta varira i broj tehnoloških operacija. Vremena izvođenja tehnoloških operacija šivanja ovise o fizikalno-mehaničkim obilježjima izratka, potrebi za pažljivim rukovanjem i raznolikosti desena, oblika i dimenzija, stupnju uvježbanosti poslužitelja, polumjera zakrivljenosti šavova, potrebne točnosti spajanja i specifične gustoće šava i td. Na vremena izvođenja tehnoloških operacija utječu između ostalog i slučajni događaji u koje se ubrajaju lomovi igle, prekidi konca, kratkih zastoja stroja. U ovom radu je prikazan utjecaj uzorka na tkanini na vremena specifičnih tehnoloških operacija šivanja muškog sakoa. Prikazana su i uspoređena vremena šivanja muškog sakoa bez uzorka na materijalu, s kariranim i poprečno-prugastim uzorkom. Podaci na kojima je temeljen ovaj rad potječu iz iste tvornice te se zbog toga prikazuje razlika u vremenima bez obzira na broj radnika i opremljenost strojeva, jer je ona u ovom slučaju jednaka.

**Abstract:** The most significant and at the same time the dominant stage in the clothing production process is the sewing phase. On average, about 70% of the total clothing production time is related to the sewing phase, while the time of cutting and finishing is much less represented. Sewing operations last for a short time, they are highly repetitive and significantly psychophysically burden the worker. The number of technological operations depends on the type of clothing item. The timing of the technological sewing operations depends on the physical-mechanical features of the workpiece, the need for careful handling and variety of shapes, the shape and dimensions of the workpiece, the degree of training of the worker, the radius of curvature of the seams, the necessary accuracy of the joint and the specific density of seams and so on. At the times of technological operations, inter alia, and incidental events such as needle breaks, thread breaks, and short stoppages of the machine are affected. In this paper, the influence of the fabric pattern on the time of specific technological operations of sewing the man's jacket is shown. Sewing of a men's jacket without sample on the material, with a plaid and cross-stripe pattern are shown and compared. The data based on this work is from the same factory and shows the difference in time regardless of the number of workers and equipment of the machines, as it is in this case the same.

**Ključne riječi:** uzorak tkanine, tehnološki proces šivanja, muški sako, vrijeme šivanja.

**Keywords:** fabric pattern, technological sewing process, man's jacket, sewing time.

#### 1. Uvod

U proizvodnji odjeće koristi se veliki raspon boja, desena i motiva na tekstilijama iz kojih se izrađuju odjevni predmet. Modni dizajn je taj koji ima dominantu ulogu u fazi razvoja i međusobnog konkuriranja različitih brendova na globalnoj razini [1]. Različiti uzorci na materijalu kao što su prugasti i karirani uzorak česti su u procesu izrade muških sakoa [2]. Karirani uzorak načinjen je od pruga koje se sijeku pod pravim kutom. Raspodjela veličina i boja pruga određuje radi li se o jednolikom ili nejednolikom kariranom uzorku, slično kao kod prugastog uzorka [3]. Odjevne predmete od kariranog materijala su najčešće nosili Škoti. Najjednostavniji uzorci su bili od samo dvije ili tri boje, ovisno o tada dostupnim prirodnim bojilima. Povijest govori da se karirani uzorak u Škotskoj nosio od 5. stoljeća sve dok Velika Britanija 1746. nije zabranila Škotima da nose svoje karirane uzorke. Zakon je trajao svega 39 godina [2].

Prugasti uzorci nošeni na svakodnevnoj odjeći su u prošlosti bili isključivo simbol kriminalaca, klaunova, robova i predstavljali su nešto loše. Zahvaljujući kraljici Viktoriji koja je svog četverogodišnjeg sina obukla u mornarsko odijelo pruge su krajem 18. stoljeća postale modni dodatak i nose se i danas. Za francusku mornaricu prugasta košulja sa 21 prugom simbolizirala je Napoleonovih 21 pobjeda. Kasnije je takva prugasta košulja dobila naziv

Breton, nazvana po radnicima tt. Breton koji su povećali njezinu popularnost u drugoj polovici 19.tog stoljeća. Početkom 20-tog stoljeća Coco Chanel je na putovanju Francuskom rivijerom vidjela radnike u marini u prugastom i dobila inspiraciju za svoju mornarsku kolekciju, koja se već 1917. našla u njenim trgovinama [3].

Razlikuju se dvije vrste prugastog materijala: s jednolikim i nejednolikim raportom. Pruge s jednolikim raportom karakterizira preklapanje pruga na materijalu u oba smjera pa se na takvim materijalima mogu polagati krojni dijelovi dvosmjerno. Jednolikost pruga utvrđuje se presavijanjem ruba tkanine ili pletiva pod pravim kutom. Kod nejednolikog raporta pruga nema podudaranja niti u boji ni obliku pruga [3].

Kvaliteta odjevnog predmeta sa gore navedenim uzorcima ocjenjuje se prema podudarnosti uzorka na mjestima kao što su rukavi, bočni šavovi, prednji dijelovi, ovratnici, džepovi i slično [4]. Iz toga razloga potrebno je voditi računa o uzorku na materijalu od same pripreme nakon konstrukcije odjevnog predmeta, počevši od izrade krojnih slika, iskrojavanja krojnih dijelova do šivanja odjevnog predmeta.

## 2. Utjecaj uzoraka tekstilija na vrijeme izrade tehnoloških operacija šivanja muškog sakoa

Zahtjevi suvremenog dizajna odjevnih predmeta nepovoljno se manifestiraju na čimbenike kao što su male proizvodne serije, kratki rokovi isporuke, visoka kakvoća izrade, stalna tendencija smanjenja vremena izrade odnosno cijena koštanja odjevnog predmeta, te veliko mnoštvo modela odjevnog predmeta, boja, desena i odjevnih veličina [1].

Za šivanje muškog odijela, koje se izvodi u više od 160 različitih tehnoloških operacija, potrebno je utrošiti cca. 220 min rada. Učešće ručnog rada iznosi oko 83%, a strojnog 17% [5]. U ovom radu bit će prikazan utjecaj desena materijala na vrijeme šivanja specifičnih tehnoloških operacija muškog sakoa te na kapacitet proizvodnje u tri različita slučaja: kada se sako izrađuje iz materijala bez uzorka, s kariranim uzorkom i s prugastim uzorkom, sl. 1.

Za potrebe ovoga rada korištena su vremena šivanja za muški sako koji ima jednoređno kopčanje, s jednim dugmetom. Bočni džepovi su s poklopcem, dok je prsni džep ušiveni s letvicom. Na duljini stražnje sredine nalazi se rasporkak. Rukavi su klasični od dva dijela, s rasporkom i četiri ukrasnih dugmeta. Donji ovratnik kroji se od pusta, a gornji iz osnovne tkanine.



a



b



c

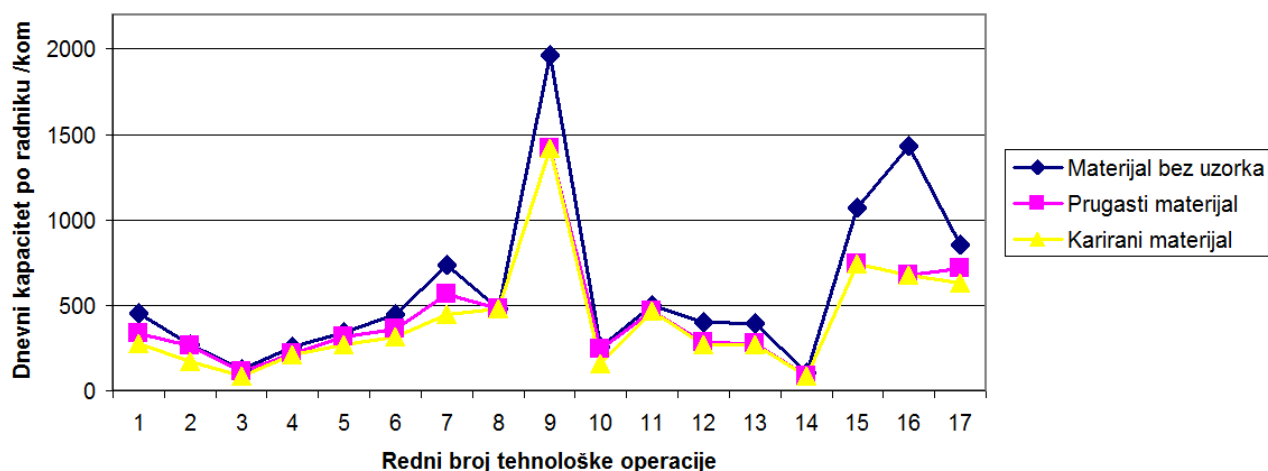
**Slika 1:** Muški sako izrađen iz materijala bez uzorka (a), prugastog uzorka (b) i kariranog uzorka (c)

U tab. 1 prikazan je izvod iz cjelokupnog tehnološkog plana operacija šivanja muškog sakoa te su navedene specifične tehnološke operacije čije vrijeme izvođenja ovisi o složenosti uzorka materijala. Podaci prikazani u ovom radu su realni iz jedne od tvornica odjeće u Hrvatskoj. Na sl. 2 vidljive su razlike dnevnog kapaciteta po radniku s obzirom na složenost uzorka materijala.

**Tablica 1:** Vremena izvođenja specifičnih tehnoloških operacija šivanja muškog sakoa i kapacitet proizvodnje pri šivanju iz različitih uzoraka na materijalu

Tehnološka operacija šivanja		Materijal bez uzorka		Prugasti materijal		Karirani materijal	
Br.	Naziv	t <sub>1</sub> / min	Cd <sub>r</sub> / kom	t <sub>1</sub> / min	Cd <sub>r</sub> / kom	t <sub>1</sub> / min	Cd <sub>r</sub> / kom
1.	Šivanje šava stražnje sredine s rasporkom	0,970	453	1,310	335	1,600	275
2.	Šivanje ušitaka na prednjem dijelu	1,620	271	1,660	265	2,520	174
3.	Našivanje gornjeg džepa s bilježenjem visine letvice	3,520	125	4,036	109	5,000	88
4.	Štiricanje letvice gornjeg džepa i našivanje džepne vrećice	1,694	259	2,016	218	2,117	207
5.	Šivanje donjih džepova (na šivačem automatu)	1,278	344	1,406	312	1,621	271
6.	Našivanje podlistka na prednji dio	0,979	449	1,222	360	1,392	316
7.	Bilježenje jednorednog oborenog suovratnika	0,600	733	0,780	564	0,988	445
8.	Štiricanje jednorednog oborenog suovratnika	0,922	477	0,922	477	0,922	477
9.	Šivanje bočnog dijela na prednji dio sakoa	0,224	1964	0,310	1419	0,310	1419
10.	Šivanje bočnog i ramenog šava	1,718	256	1,833	240	2,838	155
11.	Šivanje gornjeg ovratnika na donji (cik cak)	0,880	500	0,950	463	0,950	463
12.	Sastavljanje prednjeg dijela rukava	1,099	401	1,572	280	1,632	269
13.	Šivanje stražnjeg dijela rukava s rasporkom	1,122	392	1,611	273	1,617	272
14.	Ušivanje rukava u orukavlje	4,313	102	5,176	85	5,301	83
15.	Zaglačavanje duljine sakoa	0,410	1073	0,590	745	0,590	745
16.	Našivanje rupica na jednoredni sako, 1 kom	0,307	1433	0,653	674	0,653	674
17.	Bilježenje dugmadi na prednji dio sakoa	0,515	854	0,612	719	0,697	631

gdje je:  
t<sub>1</sub>= vrijeme tehnološke operacije  
Cd<sub>r</sub>= kapacitet po radniku u jednoj smjeni



**Slika 2:** Ovisnost dnevnog kapaciteta po radniku o složenosti uzorka materijala (tab. 1)

Dnevno radno vrijeme iznosi 480 min (8 sati) uz propisani odmor od 30 min. Dnevni kapacitet po radniku je izračunat na temelju 440 min, odnosno od radnog vremena oduzet je propisan odmor (30 min) i vrijeme potrebno za osobne potrebe radnika (10 min).

Najveće vrijeme šivanja prikazanih tehnoloških operacija se odnosi na tehnološku operaciju ušivanje rukava u orukavlje (tehnološka operacija br. 14, tab. 1). Najzahtjevniji oblik rukava je takozvani klasičan rukav koji se nalazi na muškom sakou. Taj rukav se naziva rukavom iz dva dijela. Sastoji se od gornjeg djela koji ulazi u rameni dio orukavlja i donjeg djela koji je u donjem dijelu rukavnog izreza. Zahtjevnost ušivanja rukava u orukavlje proizlazi iz različitih oblika zakrivljenosti rukavne okrugline i orukavlja te osiguravanju pravilnog položaja nagiba rukava u laktu kao i njegovoj širini [6]. Prilikom ušivanja rukava u orukavlje kada se muški sako izrađuje iz materijala sa kariranim uzorkom potrebno je još dodatno obraćati pozornost da se taj uzorak poklapa i vizualno nastavlja na prednji dio sakoa. Stoga je dnevni kapacitet po radniku najmanji upravo na toj tehnološkoj operaciji.

S druge strane, najkraće vrijeme šivanja prikazanih tehnoloških operacija se odnosi na tehnološku operaciju šivanja bočnog dijela na prednji dio sakoa, jer je to relativno kratak i ravan šav, te je dnevni kapacitet po radniku najveći.

Iz tab. 1 i sl. 2 vidljivo je da se vrijeme izvođenja specifičnih tehnoloških operacija šivanja povećava s obzirom na složenost uzorka materijala, pa je tako:

- vrijeme izvođenja specifičnih tehnoloških operacija spajanja šavova šivanjem bez uzorka iznosi 22,171 min,
- vrijeme izvođenja specifičnih tehnoloških operacija spajanja šavova šivanjem uz poravnanje izvođenja s obzirom na geometriju prugastog materijala iznosi 26,659 min, odnosno 20,24 % više nego kod materijala bez uzorka,
- vrijeme izvođenja specifičnih tehnoloških operacija spajanja šavova šivanjem uz poravnanje izvođenja s obzirom na geometriju karirano materijala iznosi 30,748 min, odnosno 38,69 % više nego kod materijala bez uzorka.

Stoga se u tehnološkim procesima šivanja odjeće mora uvažavati činjenica razmjerno velikog povećanja vremena izvođenja tehnoloških operacija s obzirom na složenost geometrije uzoraka na materijalu. Spomenuta produljenja vremena izvođenja specifičnih tehnoloških operacija šivanja poglavito će se odraziti, u određenoj mjeri, na dnevni kapacitet proizvodnje i na cijenu koštanja odjevnog predmeta.

### 3. Zaključak

Cilj ovog rada je analiza vremena izvođenja navedenih specifičnih tehnoloških operacija šivanja muškog sakoa koje mijenjaju vrijeme izvođenja i kapacitet proizvodnje s obzirom na geometriju uzorka na materijalu iz kojeg se izrađuje muški sako. Pokazalo se da je najmanje vrijeme izvođenja prikazanih tehnoloških operacija, a ujedno time i najveći dnevni kapacitet po radniku, potrebno za šivanje muškog sakoa bez uzorka na materijalu, dok je najviše vremena potrebno za šivanje muškog sakoa iz karirano materijala. Vrijeme specifičnih tehnoloških operacija kod šivanja muškog sakoa iz prugastog materijala je 20,24 % veće nego kod materijala bez uzorka, a kod šivanja muškog sakoa iz karirano materijala 38,69 % više nego kod materijala bez uzorka. Vidljivo je da se vrijeme spajanja šavova, kod kojih se mora paziti na estetiku spojeva različitih geometrijskih oblika uzoraka na materijalu, značajno produljuje. Produljenje vremena izvođenja istodobno će se odraziti i na dnevni kapacitet proizvodne jedinice što neminovno mora rezultirati povećanjem cijene gotovog proizvoda. Poznavanje utjecaja produljenja vremena izvođenja tehnološke operacije važno je s aspekta planiranja proizvodnih kapaciteta, planiranih kalkulacija i kalkulacije cijene koštanja odjevnog predmeta.

### Literatura

- [1] Rogale, D. i sur.: Utjecaj dizajna na suvremene procese proizvodnje odjeće, *Tekstil*, **46**. (1997.) 1, 16-23, ISSN 0492-5882
- [2] Williamson, J.: All about plaids, Extension service, North Dakota State University, *Available from* <https://library.ndsu.edu/ir/bitstream/handle/10365/17184/A-492-1966.pdf?sequence=1> Accessed:2016-05-02
- [3] Kukec, M.: Na duge pruge, *Dostupno na* <http://www.vop-portal.hr/kolumne/melita-kucec/1727-na-duge-pruge.html>, Pristupljeno 2016-07-02
- [4] Podlessek, J.: Ocjenjivanje kvalitete izrade odjeće na primjeru muškog sakoa, *Tekstil* **52** (2003.) 4 166-175 ISSN 0492-5882
- [5] Leško, B. & Rigač, S.: Vrhunska udobnost vrhunski izrađenih odijela tvrtke Kotka, *Tekstilni Dani Zagreb 2017*, Pouzdanost i udobnost tekstila i odjeće, 8. prosinca 2017., Zagreb
- [6] Geršak J.: *Priprava proizvodnje oblačil*, Fakulteta za strojništvo Univerza v Mariboru, ISBN 978-961-248-119-3, (2009.)

### Authori:

Valentina VIZEC, bacc. ing. tex. tech  
izv. prof. dr. sc. Snježana FIRŠT ROGALE  
prof. dr. sc. Dubravko ROGALE  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, Hrvatska  
Phone: +(385) (1) 3712-553 Fax: +(385) (1) 3712-599

E-mail:  
[valentina.vizec@gmail.com](mailto:valentina.vizec@gmail.com);  
[sfrogale@tff.hr](mailto:sfrogale@tff.hr); [dubravko.rogale@tff.hr](mailto:dubravko.rogale@tff.hr)

## TEHNOLOŠKI PROCES DORADE MUŠKIH HLAČA U tt. VARTEKS d.d.

### THE TECHNOLOGICAL FINISHING PROCESS OF MEN'S TROUSERS IN VARTEKS TEXTILE COMPANY

Bosiljka ŠARAVANJA; Anica HURSA ŠAJATOVIĆ & Dora MARGETIĆ

**Sažetak:** U radu je dan kratak pregled tehnološkog procesa dorade odjeće koji se sastoji od pripreme odjevnih predmeta i strojeva, završnog glačanja, našivanja gumbi, završne kontrole, sastavljanja višedijelnih odjevnih predmeta, razvrstavanja odjeće i na kraju otpremanje gotovih odjevnih predmeta u skladište gotovih proizvoda uz odgovarajuću tehničku dokumentaciju. Eksperimentalni dio ovog rada proveden je u tehnološkom procesu dorade tt. Varteks, d.d. Varaždin. U radu je prikazan plan tehnoloških operacija dorade muških hlača koji se sastoji od šest tehnoloških operacija. U rezultatima rada prikazani su strojevi na kojima se izvode tehnološke operacije dorade muških hlača i opisani su tehnološki zahvati za svaku tehnološku operaciju.

**Abstract:** An overview of the technological process of clothing finishing, which consists of the preparation of clothing and machines, ironing, sewing of buttons, final control, assembly of multipurpose clothing, sorting of clothing and finally delivering finished clothing to the warehouse of finished products with the appropriate technical documentation are given in the paper. The experimental part of this paper was carried out in the technological process of finishing tt. Varteks, d.d. Varaždin. This paper presents a plan of technological operations of finishing of men's pants, consisting of six technological operations. In the chapter results, machines on which the technological operations of finishing the men's pants are performed and the technological procedures for each technological operation are presented.

**Ključne riječi:** tehnološki proces dorade odjeće, muške hlače, završna kontrola, završno glačanje.

**Keywords:** technological process of finishing, men's trousers, final control, ironing.

#### 1. Uvod

Tehnološki proces dorade odjeće pripada u završnu tehnološku fazu proizvodnje odjevnih predmeta. U toj fazi odjevni predmet dobiva završni izgled i svojstva. Zbog toga doradni procesi moraju biti opremljeni kvalitetnim strojevima, uređajima i opremom kako bi se ispravile manje pogreške nastale tijekom krojenja i šivanja odjeće te kako bi se postigla visoka kvaliteta završne obrade s obzirom na to da se po završetku tehnološkog procesa dorade odjevni predmeti transportiraju u skladište gotovih proizvoda, a nakon toga naručitelju odnosno kupcu. Tehnološki proces dorade obuhvaća: pripremu odjevnih predmeta i strojeva, završno glačanje, našivanje gumba, završnu kontrolu, sastavljanje višedijelnih odjevnih predmeta, razvrstavanje odjeće i otpremanje gotovih odjevnih predmeta u skladište gotovih proizvoda [1]. Završnim glačanjem odjeće postiže se konačan i trajan izgled odjevnog predmeta s izravnanim površinama na kojima dolaze do izražaja sva dobra obilježja materijala od kojih je izrađen te kako bi se osigurala takva kvaliteta glačanja i spriječila oštećenja materijala ili gubitak njihovih dobrih obilježja, potrebno je pravilno odabrati vrijednosti više parametara glačanja [2]. Završna kontrola je vrlo važan pokazatelj kvalitete odjevnih predmeta. Kontrolori koji izvode završnu kontrolu kvalitete najčešće su zaposlenici tvornice koja je proizvela odjevne predmete s tim da mogu biti i zaposlenici kupca odjevnih predmeta. Utvrđene greške u proizvodnji se odmah prijavljuju proizvođaču i moguća je izravna intervencija u cilju njihova uklanjanja. Na taj način štedi se vrijeme i smanjuju se organizacijski troškovi. Tijekom završne kontrole neke pogreške u procesu proizvodnje mogu se ispraviti njihovim vraćanjem u proizvodni proces, a oštećeni odjevni predmeti ili oni proizvedeni s nepopravljivim pogreškama klasificiraju se u nižu klasu sa smanjenom cijenom [3]. Najčešće pogreške koje se javljaju u tehnološkom procesu šivanja su: oštećenje materijala, oštećenja izazvana posmikom šivaćeg stroja, oštećenja izazvana lomom strojne šivaće igle, oštećenja nastala zbog nestanka konca za šivanje, prekid šava, neispravne i neravnomjerne gustoće šivaćeg uboda, neodgovarajuća širina i dužina uboda, nezadovoljavajuća formiranost nabora, nezadovoljavajuća izvedba ušitaka, nezadovoljavajuće odrezivanje konca i sl. [4].

#### 2. Eksperimentalni dio

U eksperimentalnom dijelu je naveden plan tehnoloških operacija dorade muških hlača iz tt. Varteks d.d. u Varaždinu (Tab.1).

Tablica 1: Plan tehnoloških operacija dorade muških hlača [4]

Redni broj	Naziv tehnološke operacije	Oznaka sred. rada	Kategorija rada	Vrijeme izrade (s)
1.	Završno glačanje nogavica muških hlača na preklopnoj preši	szg 1	II	18,4
2.	Završno glačanje bočnih šavova muških hlača na preši	szg 2	II	22,8
3.	Završno glačanja sredine prednjeg dijela muških hlača	szg 3	II	32,6
4.	Lijepljenje trake na duljini muških hlača	pmg	III	35,9
5.	Našivanje gumba na muške hlače	šau	II	7,8
6.	Završna kontrola	srr	III	123,5

Tehnološki proces dorade u tt. Varteks d.d. uključuje sljedeće:

- **Priprema odjeće za završno glačanje** - odjevni predmeti iz šivaonice se ovješeni na vješalicama pomoću transportnih kolica transportiraju na međufaznu kontrolu. Nakon međufazne kontrole odjevni predmet se šalje u tehnološki proces dorade na završno glačanje.
- **Program glačanja** - utvrđuje se na temelju osnovnih značajki tkanine (sirovinski sastav, fizikalna svojstva, strukturu i način oplemenjivanja) koja se glača. Potrebno je pravilno odabrati parametre glačanja: temperaturu, tlak, količinu vlage, vakuumiranje izglačane površine i vremensko trajanje glačanja, napanjanja, propuhivanja i vakuumiranja.
- **Strojevi i uređaji za glačanje** – potrebno je odabrati odgovarajuće strojeve i uređaje za završno glačanje određenog odjevnog predmeta
- **Obloge za glačanje** - imaju veliki značaj za kvalitetu glačanja. Površine kalupa za glačanje (metalne legure) ne smiju doći u izravan dodir s materijalom za glačanje te se stoga metalne površine presvlače s više različitih slojeva materijala.
- **Našivanje gumba** - nakon što je odjevni predmet izglačan našivaju se gumbi kako ne bi dolazilo do oštećenja ili pucanja gumbi pod pritiskom kalupa.
- **Sastavljanje višedijelnih odjevnih predmeta** - Obzirom da se npr. muški sako i hlače ne proizvode u istim proizvodnim linijama šivanja i nemaju isti vremenski tijek izrade zbog toga u tehnološki proces dorade ne dolaze u isto vrijeme.
- **Otpremanje hlača u skladište gotovih proizvoda i etiketiranje (ađustiranje)** - predstavlja završni postupak u kojem odjevni predmeti napuštaju proizvodne prostore i transportiraju se u skladišni prostor. Otpremanje se provodi na način da svaki odjevni predmet dobiva naljepnice sa sljedećim podacima: naziv modela, šifra modela, oznaka odjevne veličine, boja tkanine, sirovinski sastav materijala i zemlja proizvođača.
- **Tehničko - tehnološka dokumentacija** - u tehnološkom procesu dorade obuhvaća: značajke modela (oznaka odjevne veličine, šifra modela, opis modela, šifra za gradiranje i mjere za kontrolu, dokument na kojem je popis svog pribora koji se koristi u izradi odjevnog predmeta, *programi za strojeve za glačanje* (točan program glačanja za određeni stroj; temperatura glačanja, tlak glačanja, količina vlage tijekom glačanja, vakuumiranje izglačane površine i vremensko trajanje glačanja, napanjanja, propuhivanja i vakuumiranja), plan tehnoloških operacija, izlazna predispozicija (količina odjevnih predmeta po odjevnim veličinama za određenu narudžbu).
- **Međufazni transport u doradi** – povezivanje pojedinih dijelova proizvodnje odnosno tehnoloških procesa (krojenja, šivanja i dorade), a može se podijeliti na ručni i mehanički sustav transportiranja [4].

### 3. Rezultati i rasprava

U ovom poglavlju prikazani su strojevi na kojima se izvodi pojedina tehnološka operacija. Za svaku tehnološku operaciju (tab. 1) opisan je slijed tehnoloških zahvata koje radnik treba napraviti u tehnološkom procesu glačanja muških hlača.



### 3.1 Tehnološka operacija završnog glačanja nogavica muških hlača na preklopnj preši

Tehnološka operacija završnog glačanja muških hlača na preklopnj preši izvodi se na sljedeći način:

- Radnik uzima transportna kolica i stavlja ih iza sebe tako da mu budu u maksimalnom doseg ruke.
- Radnik skida hlače s transportnih kolica tako da desnom rukom drži vješalicu, a lijevom povuče hlače.
- S obje ruke radnik postavlja hlače između dijelova stroja i poravnava ih tako da stavlja šav na šav.
- Lijevu nogavicu hlača pozicionira na lijevi dio kalupa, desnu na desni, uključuje vakuum i poravnava hlače.
- Kada su hlače poravnate, radnik aktivira stroj.
- Za vrijeme strojnog glačanja muških hlača radnik stavlja sljedeće hlače na transportni stalak.
- Kada je glačanje završeno, radnik preklopi lijevu nogavicu hlača na desnu.
- Uzima hlače stavlja ih na vješalicu i odlaže ih na transportna kolica.



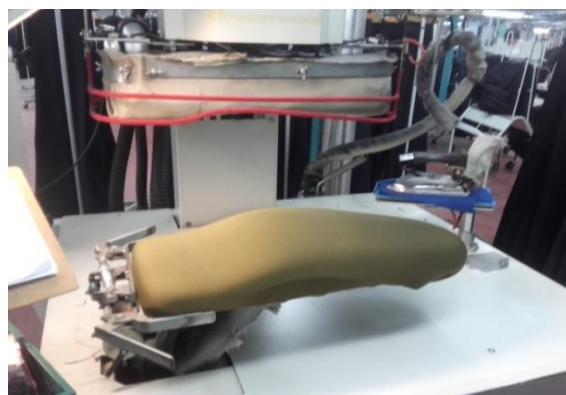
**Slika 1:** Preklopna preše tt. Brisay, tip BRI-222 /101 za glačanje nogavica muških hlača [3]

Na slici 1 prikazana je preklopna preša tt. Brisay, tip BRI-222 /101, broj 7429/ 2004 na kojoj se izvodi tehnološka operacija završnog glačanja muških hlača (lijeve i desne nogavice hlača).

### 3.2 Tehnološka operacija završnog glačanja bočnih šavova muških hlača na stroju za završno glačanje

Tehnološka operacija završnog glačanja bočnih šavova muških hlača izvodi se na sljedeći način:

- Radnik postavlja transportna kolica s desne strane tako da mu budu u zoni maksimalnog doseg ruke.
- Radnik uzima hlače s kolica tako da desnom rukom primi vješalicu, a lijevom povuče hlače.
- Postavlja hlače na kalup, uključuje vakuum te poravnava hlače.
- Radnik aktivira stroj, te po završetku glačanja ručnim glačalom glača pojasnicu, desnu stranu zatvarača, desni džep, desni bočni šav, šav sjedala, lijevi džep, lijevi bočni šav, lijevu stranu zatvarača.
- Kada radnik završi glačanje ručnim glačalom, odlaže hlače na vješalicu i vraća ih na transportna kolica.



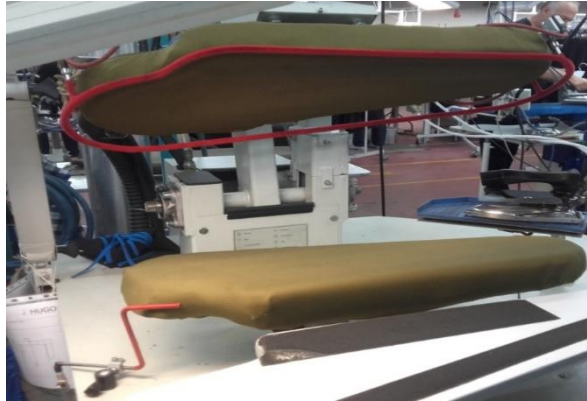
**Slika 2:** Preša za završno glačanje bočnih šavova tt. Brisay, tip BRI-248 /111 [3]

Na slici 2 je prikazana preša za završno glačanje tt. Brisay, tip BRI-248 /111, broj 7098 / 2004 na kojoj se izvodi tehnološka operacija završnog glačanja bočnih šavova muških hlača.

### 3.3 Tehnološka operacija glačanja sredine prednjeg dijela muških hlača

Tehnološka operacija završnog glačanja sredine prednjeg dijela muških hlača izvodi se na sljedeći način:

- Radnik postavlja transportna kolica sa svoje desne strane tako da mu budu u zoni maksimalnog doseg ruke.
- Radnik uzima hlače sa transportnih kolica tako da desnom rukom primi vješalicu, a lijevom povuče hlače.
- Pozicionira hlače na kalup, uključuje vakuum, poravnava hlače i aktivira stroj.
- Stroj za završno glačanje zaglačava prednju sredinu nogavice (do početka pojasnice).
- Kada je glačanje završeno, radnik ručnim glačalom poravnava nedostatke, ako ih ima.
- Radnik vraća hlače na vješalicu i desnom rukom ih odlaže na transportna kolica.



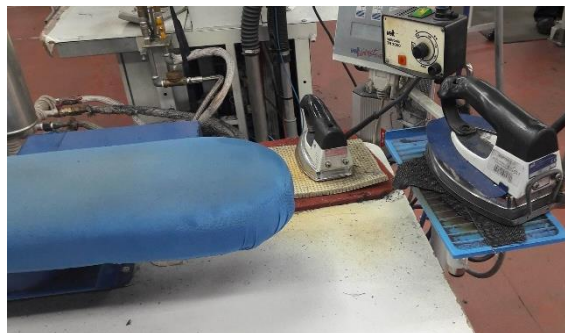
**Slika 3:** Stroj za završno glačanje sredine prednjeg dijela muških hlača („crte“ na hlačama) tt. Brisay [3]

Na slici 3 prikazan je stroj za glačanje tt. Brisay na kojem se izvodi tehnološka operacija završnog glačanja sredine prednjeg dijela muških hlača.

### 3.4 Tehnološka operacija lijepljenja trake na duljini muških hlača

Tehnološka operacija lijepljenja trake na duljini muških hlača se izvodi na sljedeći način:

- Radnik postavlja transportna kolica iza sebe tako da mu budu u zoni maksimalnog doseg ruke.
- Radnik uzima hlače s transportnih kolica tako da desnom rukom drži vješalicu, a lijevom ih povuče.
- Izvodi pozicioniranje muških hlača na stol i s unutarnje strane pozicionira ljepljivu traku.
- Kada je ljepljiva traka pravilno pozicionirana, radnik ručnim glačalom izvodi lijepljenje.
- Radnik ponavlja postupak i na drugoj nogavici hlača.
- Po završetku lijepljenja trake na duljini muških hlača, radnik vraća hlače na vješalicu i odlaže na transportna kolica.



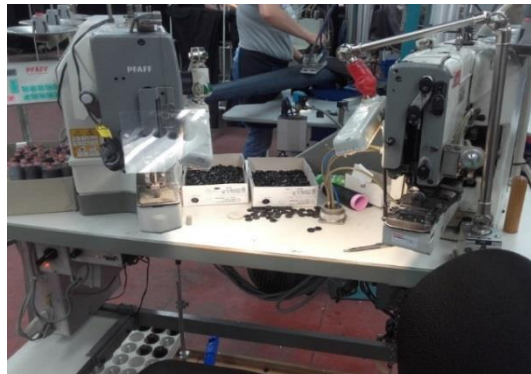
**Slika 4:** Stol za glačanje s parnim glačalom za lijepljenje trake na duljini muških hlača [3]

Na slici 4 prikazan je stol za glačanje s parnim glačalom na kojem se izvodi tehnološka operacija lijepljenja trake na duljini muških hlača.

### 3.5 Tehnološka operacija našivanja gumba na muške hlače

Tehnološka operacija našivanja gumba na muške hlače izvodi se na slijedeći način:

- Radnik postavlja transportna kolica sa svoje lijeve strane.
- Hlače s transportnih kolica uzima s lijeva na desno.
- Uzima gumb i stavlja ih u posudice na šivaćem automatu s lijeve strane.
- Lijevom rukom uzima hlače i objesi ih na lanac koji je također s lijeve strane.
- Lijevom rukom uzima gumb, podiže papučicu stroja i stavlja gumb u hvatač gumba.
- Pozicionira hlače tako da svjetlosna oznaka bude točno na sredini rupice za gumb.
- Kada su hlače pravilno pozicionirane, radnik pomiče dio pojasnice s izrađenom rupicom i aktivira šivaći automat.
- Kada automat našije gumb, radnik prenosi hlače na automat za izradu zapora i učvrsti „vrat“ gumba.
- Kada je učvršćen vrat i odrezan višak konaca, radnik vraća hlače na vješalicu i odlaže ih na transportna kolica.



**Slika 5:** Radno mjesto za izradu tehnološke operacije našivanja gumba na muškim hlačama [3]

Na slici 5 je prikazano radno mjesto za našivanje gumba koje je opremljeno šivaćim automatom za našivanje gumba i šivaćim automatom za izradu zapora na muškim hlačama.

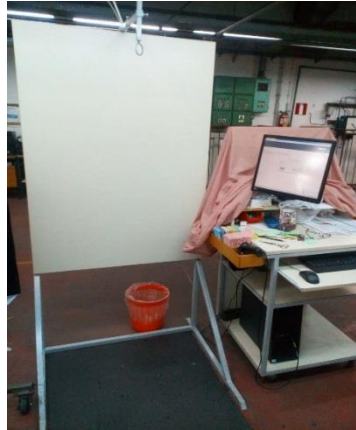
### 3.6 Završna kontrola kvalitete

Završna kontrola kvalitete izvodi se nakon razvrstavanja odjeće i predstavlja kontrolu odjevnih predmeta nakon tehnološkog procesa dorade. Odjevni predmet se detaljno pregledava i ako ima pogrešaka koje se mogu popraviti vraća se natrag u šivaonicu na popravak. Pogreške na odjevnim predmetima u tt. Varteks d.d. bilježe se na kartice različitih boja koje imaju slijedeća značenja:

- **žuta kartica** - greške u montaži jedan (šavovi, duljine rasporka, uklopljenost raporta, obrublivanje, širina poruba duljine),
- **bijela kartica** - greške u predmontaži (prednji dio nogavica, letvice džepova, paspuli, ušitci),
- **narančasta kartica** - greške kod šivanja (podstava, stražnji dio nogavica),
- **ljubičasta kartica** - greške kod šivanja (unutarnji dio hlača, gumbi, bočni šavovi, zaglačavanje),
- **plava kartica** - greške u montaži dva (izrade rupica),
- **zelena kartica** - greške materijala (dokrojavanje) [3].

Radnici koji rade na radnim mjestima završne kontrole trebaju biti educirani za obavljanje vrlo zahtjevnog posla koji se izvodi na slijedeći način:

- Radnik uzima hlače s transportnih kolica i stavlja ih na ovjesnu napravu .
- Prema zadanoj tablici mjera provjerava mjere na muškim hlačama (opseg struka, opseg bokova, duljinu hlača, duljinu zatvarača, širinu nogavica i sl.).
- Prema zadanom uzorku provjerava točnost izvođenja tehnoloških operacija šivanja i glačanja (međufaznog i završnog).
- Ukoliko pronađe pogrešku bilježi je na karticu različitih boja i odlaže hlače na transportna kolica za popravak pogrešaka.
- Na kvalitetno izrađenim hlačama stavlja brojčanu oznaku odjevne veličine na vješalicu, etiketu sa svim podacima o hlačama i navlači polietilensku vrećicu.
- Pregledane hlače odlaže na transportna kolica koja uz prateću tehničku dokumentaciju šalje u skladište gotovih proizvoda.



**Slika 6:** Radno mjesto za završnu kontrolu [3]

Na slici 6 je prikazano radno mjesto na kojem se izvodi završna kontrola muških hlača .

#### 4. Zaključak

Cilj ovog rada je bio prikazati tehnološki proces dorade muških hlača koji se izvodi u realnom procesu proizvodnje odjeće, u proizvodnom pogonu tt. Varteks d.d. u Varaždinu. Tehnološki proces dorade muških hlača obuhvaća šest tehnoloških operacija. Za svaku tehnološku operaciju je prikazana razrada po tehnološkim zahvatima i to po njihovom kronološkom slijedu izvođenja. Kao jedna od tehnoloških operacija dorade muških hlača opisana je i završna kontrola kvalitete koja se provodi nakon završnog glačanja muških hlača i neposredno prije njihovog transporta u skladište gotovih proizvoda. Hlače se detaljno pregledavaju te ako se utvrde pogreške slijedi povratak na radno mjesto u tehnološkom procesu šivanja ili glačanja gdje je nastala pogreška. Tehnološki proces dorade muških hlača je od velikog značaja jer u završnoj fazi proizvodnje, hlače dobivaju konačni izgled, odnosno sve eventualne sitne pogreške koje su nastale tijekom tehnološkog procesa proizvodnje u tehnološkom procesu dorade se otklanjaju. Muške hlače ili bilo koji drugi odjevni predmet nakon kvalitativne i kvantitativne kontrole otpremaju se u skladište gotovih proizvoda uz potrebnu tehničku dokumentaciju.

#### Literatura

- [1] Rogale, D. i sur.: *Procesi proizvodnje odjeće*, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (2011.), ISBN 978-953-7105-32-7
- [2] Koren, T.: Tendencije razvoja tehnološkog procesa glačanja odjeće, *Tekstil* **43**, (1994.), 6, 295-300, ISSN 0492-5882
- [3] Margetić, D: Tehnološki proces dorade muških hlača, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (2017.).
- [4] Rogale, D. i sur.: *Tehnologija proizvodnje odjeće sa studijem rada*, Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, Bihać, (2005.), ISBN 9958-624-08-7.

#### Autori:

Dr. sc. Bosiljka ŠARAVANJA  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 3712 544 Fax: +(385) (1) 3712 535

E-mail: bosiljka.saravanja@ttf.hr

Bacc. ing. techn. text. Dora MARGETIĆ  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: +(385) (95) 394 83 43

E-mail: [dora\\_vkc@hotmail.com](mailto:dora_vkc@hotmail.com)

Doc. dr. sc. Anica HURSA ŠAJATOVIĆ  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 3712 551

E-mail: anica.hursa@ttf.h

## TEHNOLOŠKE OPERACIJE ŠIVANJA MUŠKE MAJICE „SAILOR TOM“

### THE TECHNOLOGICAL OPERATIONS SEWING A MEN'S T-SHIRTS „SAILOR TOM“

Bosiljka ŠARAVANJA; Darko UJEVIĆ & Antonija ČULINA

**Sažetak:** Svrha ovog rada je prikazati dio tehničko-tehnološke dokumentacije za tehnološki proces šivanja muške majice iz modne kolekcije SAILOR TOM (proljeće-ljeto) model Gran Fulbolista #18. U eksperimentalnom dijelu dan je prikaz i opis modela muške majice Gran Fulbolista #18 kao i plan tehnoloških operacija šivanja muške majice koji sadrži: redni broj tehnološke operacije, naziv tehnološke operacije, oznaku sredstva rada, kategoriju rada i vrijeme izrade. U rezultatima rada dani su slikovni prikazi izvođenja svih tehnoloških operacija šivanja muške majice modela Gran Fulbolista #18 u proizvodnom pogonu tt. Mare adriaticum yachting d.o.o. u Zagrebu, a nakon toga i rekapitulacija vremena izrade prema sredstvima rada.

**Abstract:** The purpose of this paper is to present a part of the technical-technological documentation for the technological sewing process a man's t-shirt from the fashion collection SAILOR TOM (spring-summer) model Gran Fulbolista # 18. In the experimental part, the day is show and description of the man's t-shirt model Gran Mulolista # 18 as and plan of sewing operations a men's t-shirt containing: the ordinal number of technological operations, the name of technological operations, work equipment label, category of work and time of make. The results of the paper are given a pictures of the performance of all the sewing operations a man's t-shirt of the Gran Fulbolista # 18 in the production plant tt. Mare adriaticum yachting d.o.o. in Zagreb, and then recapitulation of the time of making according to work equipment.

**Cljučne riječi:** tehnološki proces šivanja, muška majica, plan tehnoloških operacija, rekapitulacija vremena izrade

**Keywords:** the technological sewing process, men t-shirt, the plan technological operations, recapitulation of time of make

#### 1. Uvod

Plan tehnoloških operacija je temelj za izradu ostale tehničko-tehnološke dokumentacije, a sadrži popis svih tehnoloških operacija prema njihovom kronološkom redoslijedu potrebnih za proizvodnju određenog odjevnog predmeta. Izrađuje se za tehnološki proces krojenja, tehnološki proces šivanja i tehnološki proces dorade i sastoji se od dva dijela: općeg informativnog djela i plana tehnoloških operacija. Opći informativni dio sadrži: naziv odjevnog predmeta, oznaku modela, kratak opis modela, skicu modela, ostale podatke (naziv kupca, broj radnog naloga, datum i sl.). Uz opći dio koji sadrži temeljne informacije o odjevnom predmetu koji se izrađuje u plan tehnoloških operacija ubraja se i tablični prikaz kronološki poredanih tehnoloških operacija. Plan tehnoloških operacija sadrži: oznaku tehnološke operacije, naziv tehnološke operacije, naziv sredstva rada, kategoriju sredstva rada, vrijeme izrade tehnološke operacije [1].

Plan tehnoloških operacija može sadržavati i „bodove“ koje proizvođač dodjeljuje radniku za izvođenje pojedine tehnološke operacije, a služe za normiranje određene tehnološke operacije. Navedeni bodovi stavljaju se u dodatni stupac u plan tehnoloških operacija u kojem su navedeni normativi odnosno broj komada izvođenja tehnoloških operacija po satu ili smjeni. Za oznaku tehnološke operacije može se koristiti redni broj ili oznaka zapisa tehnološke operacije ukoliko je računalna obrada podatka. Za oznaku sredstva rada primjenjuju se simboli uobičajeni u odjevnoj industriji za tehnološki proces krojenja, šivanja i dorade. Ukoliko se navodi ista skupina strojeva različite tehničke opremljenosti dodaje se pored oznake stroja slovo ili broj npr. sšs1 što označava specijalni šivaći stroj tehničke opremljenosti „1“ ili sšs-a koji predstavlja specijalni šivaći stroj namjene „a“ [2].

Tehnička priprema proizvodnje odjeće predstavlja organizacijsku cjelinu u kojoj je prisutan protok podataka između pojedinih odjela i protok podataka s pojedinim elementima proizvodnog procesa. Tehnološka priprema je uz konstrukcijsku, operativnu pripremu i ispitivanje materijala dio tehničke pripreme koji je zadužen za tehnološki proces proizvodnje odjeće. Cilj tehnološke pripreme je: tehnološka analiza proizvodnih operacija i odabir primjerenog sredstva rada, izrada planova tehnoloških operacija, izrada planova montaže, analiza i odabir optimalne vrste proizvodnih linija, optimiranje razmještaja opreme, analiza i odabir racionalnog sustava

tehnološkog procesa, analiza i uspostava sustava međufaznog transporta, odabir najpovoljnijeg sustava ugradnje radnih mjesta, izrada planova tehnoloških procesa i projektiranje proizvodnih linija, utvrđivanje tehničko-tehnoloških obilježja za potrebe programiranja strojeva i opreme, studij rada i oblikovanje radnih mjesta [3].

Prva faza tehnološke pripreme proizvodnje odjeće je odabir primjerenog sredstva rada ovisno o tehnološkim operacijama koje je potrebno izvesti za izradu određenog odjevnog predmeta. Tijekom pripreme odjevnog predmeta izvodi se tehnološka analiza i odabir strojeva s kojima će se pojedini odjevni predmet proizvesti. U planu tehnoloških operacija broj tehnoloških operacija treba biti racionalan i prilagođen s obzirom na tehničku opremljenost dostupnih sredstava rada. Pomoću tehnološke analize utvrđuje se prikladna metoda rada koja pruža visoku učinkovitost uz minimalan utrošak energenata [1].

U radu je prikazan plan tehnoloških operacija šivanja za model muške majice iz ljetne kolekcije *Sailor Tom*-a hrvatskog proizvođača trikotažnog programa. Nakon toga je dan slikovni prikaz izvođenja tehnoloških operacija šivanja i načinjena je rekapitulacija vremena izrade prema sredstvima rada za tehnološki proces šivanja.

## 2. Eksperimentalni dio

U eksperimentalnom dijelu je naveden opis i prikazana je slika muške majice *Gran Fulbolista #18* iz ljetne kolekcije *Sailor Tom* (sl. 1) koja je proizvedena u realnom proizvodnom pogonu. Prikazan je plan tehnoloških operacija šivanja koji se sastoji od rednog broja tehnološke operacije, naziva tehnološke operacije, oznake sredstva rada, kategorije rada i vremena izrade.

Plan tehnoloških operacija šivanja muške majice *Gran Fulbolista #18* se sastoji od 11 tehnoloških operacija poredanih po kronološkom redosljedju izvođenja. Na slici 1 je prikazana muška majice *Gran Fulbolista #18* iz modne kolekcije *SAILOR TOM* proljeće-ljeto 2017. proizvedena u u proizvodnom pogonu tt. *Mare adriaticum yachting d.o.o.* u Zagrebu.



**Slika 1:** Muška majice *Gran Fulbolista #18*

Oznaka *Gran Fulbolista #18* označava mušku široku majicu s kratkim rukavima. Vratni izrez je paspuliran (obrubljen) istom bojom pletiva u kojoj je izrađena i majica. Na prednjem dijelu muške majice je otisnut cvjetni uzorak u visini orukavlja muške majice. Na stražnjem dijelu muške majice našiven je podlistak na kojem se nalazi etiketa s oznakom veličinskog broja. Na prednjem lijevom dijelu u visini poruba majice našivena je etiketa modela *Gran Fulbolista #18*.

U tab. 1 je naveden plan tehnoloških operacija šivanja muške majice *Gran Fulbolista #18*.

**Tablica 1:** Plan tehnoloških operacija šivanja muške majice [4]

Red. br. tehn. operacije	Naziv tehnološke operacije	Oznaka sredstva rada	Kategorija rada	Vrijeme izrade (s)
1.	Šivanje etikete s oznakom veličinskog broja na podlistak stražnjeg dijela	ušs	I	28,4
2.	Šivanje podlistka u vratni izrez na stražnji dio majice	ušs	I	38,3
3.	Obamitanje ramenog šava majice (spajanjem prednjeg i stražnjeg dijela)	sšs	I	27,1
4.	Paspuliranje (obrubljivanje) vratnog izreza na prednjem dijelu majice	sšs	I	28,9
5.	Šivanje rukava u orukavlje majice	sšs	I	49,6
6.	Šivanje bočnog šava i šava rukava majice	sšs	I	28,5
7.	Šivanje paspula (obruba) na stražnji dio majice	sšs	I	22,9
8.	Šivanje rubova paspula (obruba) na stražnjem dijelu majice	ušs	I	16,6
9.	Porubljivanje rukava majice	sšs	I	36,3
10.	Porubljivanje majice na duljini	sšs	I	38,2
11.	Šivanje etikete modela Gran Fulbolista #18 na prednji lijevi dio u visini poruba majice	ušs	I	22,2

Gdje je:

- ušs – univerzalni šivaći stroj,
- sšs – specijalni šivaći stroj.

Iz plana tehnoloških operacija šivanja muške majice Gran Fulbolista #18 se može vidjeti da se četiri tehnološke operacije šivanja izvode na univerzalnim šivaćim strojevima, a sedam tehnoloških operacija šivanja na specijalnim šivaćim strojevima.

### 3. Rezultati i rasprava

U rezultatima je dan slikovni prikaz izvođenja tehnoloških operacija šivanja muške majice Gran Fulbolista #18 iz modne kolekcije Sailor Tom, a nakon toga i rekapitulacija vremena izrade prema sredstvima rada.

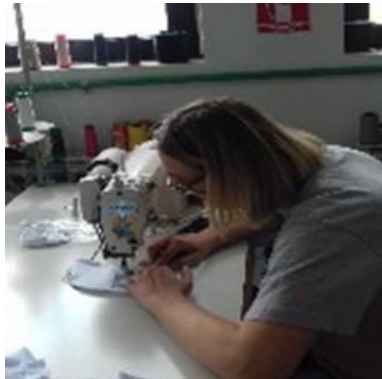



Tablica 2 daje slikovni prikaz izvođenja svih tehnoloških operacija potrebnih za šivanje muške majice. Sa slikovnih prikaza se može vidjeti kako u tehnološkom procesu šivanja sudjeluju tri radnice i svaka od njih izvodi po nekoliko tehnoloških operacija. Za takav način organizacije rada radnice moraju biti educirane za izvođenje većeg broja tehnoloških operacija odnosno moraju imati izrađenu svestranost vještina.

Rekapitulacija vremena izrade prema sredstvima rada za tehnološki proces šivanja muške majice:





- vrijeme izrade za univerzalne šivaće strojeve -  $t_{u\text{šs}} = 105,5$  s,
- vrijeme izrade za specijalne šivaće strojeve -  $t_{s\text{šs}} = 231,5$  s,
- Ukupno vrijeme izrade u šivaonici -  $t_{\text{šiv}} = t_{u\text{šs}} + t_{s\text{šs}} = 105,5 + 231,5 = 337$  s.




Rekapitulacijom vremena izrade prema sredstvima rada se utvrđuje kako je za tehnološki proces šivanja muške majice Gran Fulbolista #18 potrebno 337 s.

**Tablica 2:** Slikovni prikaz izvođenja tehnoloških operacija šivanja muške majice [4]

Oznaka tehnološ. operacije	Naziv tehnološke operacije	Slikovni prikaz tehnološke operacije
1.	Šivanje etikete s oznakom veličinskog broja na podlistak stražnjeg dijela	
2.	Šivanje podlistka u vratni izrez na stražnji dio majice	
3.	Obamitanje ramenog šava majice (spajanjem prednjeg i stražnjeg dijela)	
4.	Paspuliranje (obrubljivanje) vratnog izreza na prednjem dijelu majice	



<p>5.</p>	<p>Ušivanje rukava u orukavlje majice</p>	
<p>6.</p>	<p>Šivanje bočnog šava i šava rukava majice</p>	
<p>7.</p>	<p>Šivanje paspula (obruba) na stražnji dio majice</p>	
<p>8.</p>	<p>Šivanje rubova paspula (obruba) na stražnjem dijelu majice</p>	

9.	Porublјivanje rukava majice	
10.	Porublјivanje majice na duljini	
11.	Šivanje etikete modela Gran Fulbolista #18 na prednji lijevi dio u visini poruba majice	

#### 4. Zaključak

Rad daje naglasak na plan tehnoloških operacija šivanja muške majice. Tehničko-tehnološkom dokumentacijom može se planirati trajanje proizvodnih ciklusa krojenja, šivanja i dorade za svaki odjevni predmet odnosno radni nalog te ih uskladiti s rokovima isporuke i visokim zahtjevima tržišta. U radu je dan pregled dijela tehničke dokumentacije sa slikovnim prikazima izvođenja tehnoloških operacija za izradu muške majice iz kolekcije modne marke Sailor Tom. Plan tehnoloških operacija šivanja muške majice upućuje na izradu jednostavnijeg odjevnog predmeta gdje se sve tehnološke operacije izvode na dva stroja (univerzalnom i specijalnom šivaćem stroju) bez međufaznog glačanja. Muška majica Gran Fulbolista #18 je jednostavnijeg kroja, s tim da u visini orukavlja na prednjem dijelu ima otisnut cvjetni uzorak. Ukupno vrijeme šivanja muške majice Gran Fulbolista #18 dobiveno rekapitulacijom vremena izrade po sredstvima rada, iznosi 337 s.

#### Literatura

- [1] Rogale, D., Ujević, D., Firšt Rogale, S., Hrastinski, M.: *Procesi proizvodnje odjeće*, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (2011.), ISBN 978-953-7105-32-7.

- [2] Rogale, D., Ujević, D., Firšt-Rogale, S., Hrastinski, M.: *Tehnologija proizvodnje odjeće sa studijem rada*, Tehnički fakultet, Univerzitet u Bihaću, Bihać, (2005.), ISBN 9958-624-08-7.
- [3] Rogale, D., Ujević, D., Firšt-Rogale, S., Hrastinski, M.: *Tehnologija proizvodnje odjeće sa studijem rada*, Tehnički fakultet, Univerzitet u Bihaću, Bihać, (2000.), ISBN 9958-624-08-7.
- [4] Čulina, A.: Tehnička priprema proizvodnje muške majice i ženske haljine iz kolekcije modne marke SAILOR TOM, Zagreb, (2017.).

## Zahvala

Autori zahvaljuju tvrtki Mare adriaticum yachting d.o.o. u Zagrebu koja je omogućila provođenje eksperimentalnog dijela rada. Rad je dio istraživanja provedenih u okviru završnog rada studentice Odjevne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta u Zagrebu.

## Autori:

Dr. sc. Bosiljka Šaravanja  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a  
Tel: +(385) (1) 3712 544

Fax: +(385) (1) 3712 519

E-mail: [bosiljka.saravanja@tff.hr](mailto:bosiljka.saravanja@tff.hr)

Prof. dr. sc. Darko Ujević  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a  
Tel: +(385) (1) 3712 541

Fax: +(385) (1) 3712 519

E-mail: [darko.ujevic@tff.hr](mailto:darko.ujevic@tff.hr)

B. Sc. Antonija Čulina  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a  
Tel: +(385) (91) 571 867

E-mail: [antonija.culina.4@gmail.com](mailto:antonija.culina.4@gmail.com)

## OBLIKOVANJE INOVATIVNOG ORTOPEDSKOG MODELA OBUĆE NAMJENJENOG ZA LAKŠE OBUVANJE KOD NOŠENJA ORTOZE

### MOLDING OF INNOVATIVE ORTHOPEDIC FOOTWEAR MODEL INTENDED FOR EASIER PUTTING WHILE WEARING ORTHOSIS

Marina OREŠKOVIĆ FUMIĆ; Slavenka PETRAK & Nataša SEKULIĆ

**Sažetak:** Ortopedska obuća je obuća posebne namjene, a izađuje se prema otisku stopala te ima svrhu olakšati ili omogućiti hod korisniku. Kod slučaja oboljenja stopala kod kojeg osoba nosi i ortožu na jednom ili oba stopala, pojavljuje se i dodatni problem obuvanja. Uobičajeno se u takvim slučajevima korisniku olakšava na način da se izrađuje veći model ortopedске obuće ili model obuće s dubljim ulazom. U radu je prikazan novi pristup oblikovanju modela ortopedске obuće koji omogućuje lakše obuvanje korisniku. Specifičnost modela odlikuje se posebno oblikovanim lubnim dijelom modela obuće, koji omogućuje jednostavno otvaranje sa stražnje strane modela. Na taj način korisnik laganim povlačenjem lubnog dijela može bez naprezanja obuti realiziran inovativni model obuće.

**Abstract:** Orthopedic footwear is a special purpose footwear, made in according to footprint and has the purpose of facilitating or enabling the user to walk. In the case of a foot disease where a person wears and orthosis on one or both feet, there is also the additional problem of putting on the shoes. Usually, in such cases, it is easier for a user to create a larger orthopedic shoe model or a shoe model with deeper entrance. This paper presents a new approach to molding of orthopedic footwear model which makes it easier shoe putting to user. The model's specificity is characterized by a specially shaped back part of the footwear model, which enables easy opening from the rear of the model. In this way, the user with a slight pull of the back part can effortlessly put on realized an innovative shoe model.

**Ključne riječi:** ortoza, ortopedska obuća, oblikovanje, funkcionalnost

**Keywords:** orthosis, orthopedic footwear, design, functionality

#### 1. Uvod

Ortoze su medicinski proizvodi koje propisuje liječnik u slučajevima ozljeda ili bolesti lokomotornog, odnosno mišićno-koštanog sustava, sl. 1. Ortoze, kao i sva ostala pomagala dio su cjelovite rehabilitacije te mogu potpomoći proces zacjeljivanja ozljede. Prema klasičnoj definiciji, ortoze štite i pružaju potporu mišićno-koštanom sustavu, kako bi se korisniku olakšalo kretanje i povećala razina mobilnosti. Ortoze mogu stabilizirati, imobilizirati i rasteretiti tijelo ili pogođene ekstremitete [1,2]. U slučaju trajnih oštećenja, ortoze mogu pomoći pri zadržavanju tjelesnih funkcija te sprječavanju i smanjenju boli. Važna smjernica u upotrebi ortoze je primijeniti ortožu sa što selektivnijim učinkom uz što manji opseg potpore tijela, odnosno postići što veći učinak uz što manju kontrolu. Pomoću ortoze moguće je na kontroliran način u potpunosti imobilizirati ili mobilizirati pogođeni dio tijela. Suvremene specijalizirane ortoze mogu nadomjestiti izgubljene tjelesne funkcije, kao na primjer u slučaju pareze ekstremiteta uzrokovane moždanim udarom ili dječjom paralizom. Za izradu ortoza često se koriste relativno čvrsti materijali kao što su termoplastični poliolefini, polietilen pjene ili kompoziti ugljičnih vlakana u kombinaciji s funkcionalnim elementima za pružanje potpore, kao što su remeni, poluge, zglobovi ili šipke [3]. Ortoze se razvijaju i oblikuju u suradnji s ortopedskim tehničarima, liječnicima i terapeutima. Visoka razina udobnosti za vrijeme nošenja, dobro prianjanje i odabir materijala također imaju presudan utjecaj na visoku razinu funkcionalnosti koja je prioritet svake ortoze [4]. Osim funkcionalnosti i mobilnosti, vizualni izgled ima veliku ulogu u odabiru same ortopedске obuće. Iako je kod oblikovanja ortoza funkcionalnost na prvom mjestu, prema iskustvima proizvođača korisnici pokazuju veću spremnost na nošenje proizvoda kroz duže vremensko razdoblje, ukoliko je ortoza i atraktivnog izgleda, sl. 2 [5,6]. Stoga se u današnje vrijeme u razvoj novih modela ortopedске obuće sve više uključuju i dizajneri, koji imaju veliku ulogu u razvoju proizvoda. U proizvodnji ortopedске obuće uvijek je poseban izazov izraditi obuću za korisnika koji nosi ortožu. Prioritet takve obuće je da je dovoljno komotna, kako bi noga i ortoza mogle ući u obuću bez previše napora. Karakteristika ortopedске obuće za osobe s ortozom je veličina, koja je veća od stopala za jednu ili dvije veličine te da je otvor dovoljno dubok kako bi obuvanje bilo što jednostavnije. Usprkos svim naporima da obuća odgovara svim zahtjevima funkcionalnosti i mobilnosti, samo obuvanje obuće korisnicima

stvara poteškoće. U eksperimentalnom dijelu ovog rada prikazan je razvojni proces oblikovanja i proizvodnje inovativnog ortopedskog modela obuće koja olakšava obuvanje kod nošenja ortoze.



**Slika 1** : Ortoza za nožni zglob i stopalo, peronealna [3]

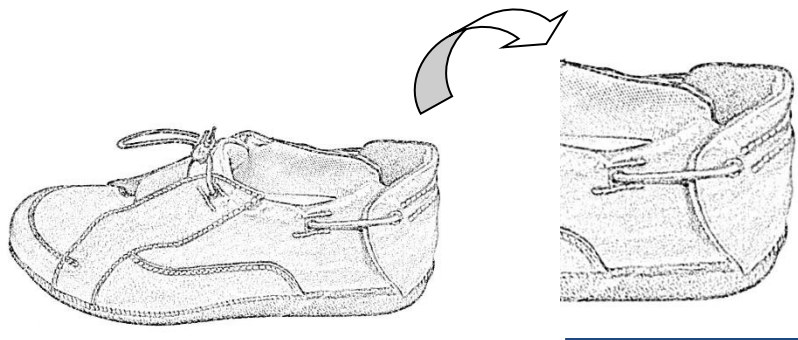


**Slika 2** : Ortoza za nožni zglob i stopalo, stabilizacijska, individualna [5,6]



## 2. Razvoj univerzalnog ortopedskog modela obuće za AFO ortozu

Analizirajući poteškoće obuvanja ortopedске obuće kod osoba koje nose ortoze, pojavila se ideja da bi obuvanje obuće koja ima mogućnost otvaranja na lubnom dijelu moglo biti praktičnije i puno jednostavnije za korisnika. Razvojni proces inovativnog univerzalnog modela ortopedске obuće koji će biti prilagođen za nošenje pripadnicima oba spola, obuhvatio je segment dizajna, sl. 3 i segment oblikovanja i razvoja uzorka modela, s ciljem realizacije modela obuće koji će omogućiti lakše obuvanje prilikom nošenja AFO ortoze (engl. Ankle-foot orthosis) [7,8]. Model je razvijen u tvrtki Bauerfeind d.o.o. PJ Antunovac.

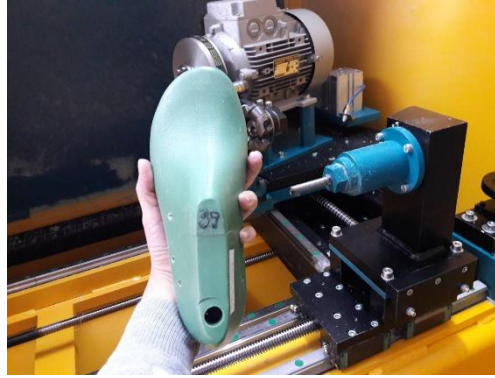


**Slika 3** : Skica novog modela ortopedске obuće za osobe s ortozom

Kao što je prikazano na sl. 3, dizajnirani model ortopedске obuće nema vezice niti čičak, a sarice su povezane gumenom trakom koja ima funkciju držanja i razvlačenje prilikom obuvanja. Lubni dio je osmišljen na način da je posebno prilagođen kako bi se mogao u potpunosti spustiti prilikom obuvanja obuće. Pridržava ga gumena, rastezljiva traka koja se provlači kroz lubni dio, sarice i povezuje se na vrhu jezika. Na prednjem dijelu gornjišta, na vrhu jezika se nalazi plastični mehanizam koji služi pridržavanju gumenih traka i podizanja lubnog dijela obuće. Pri izradi novog modela ortopedске obuće korištene su moderne tehnologije u kombinaciji s tradicionalnim načinom proizvodnje ortopedске obuće. Suvremenu pripremu proizvodnje obuće omogućava računalna priprema i izrada kalupa na CNC (engl. Computer Numeric Control) stroju, dok se tradicionalni dio odnosi na ručni rad od konstrukcije, krojenja do izrade đona. Novi model treba zadovoljiti anatomske i ergonomske kriterije kako i uvjete funkcionalnosti i mobilnosti za osobe koje nose ortoze.

### 2.1. Računalna priprema i izrada kalupa na CNC stroju

Rad na novom modelu počinje izradom kalupa u računalnom programu za oblikovanje Shoemaster Custom. Proces izrade kalupa je standardni, ali u ovom slučaju odabran je kalup iz baze podataka koji odgovara đonu i obliku dizajniranog modela obuće. Kalup je izrađen na CNC stroju od plastičnog bloka za kalupe, sl.4.



**Slika 4 :** Kalup izrađen na CNC stroju za glodanje

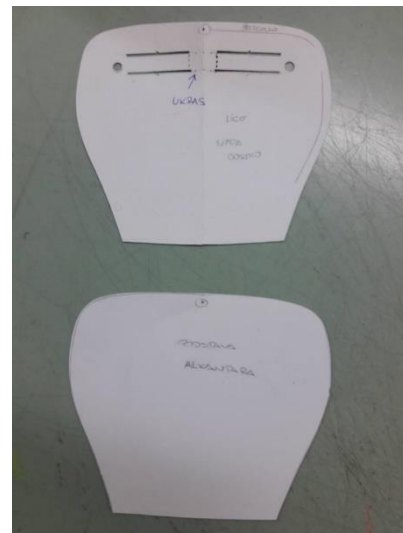
## 2.2. Modeliranje, konstrukcija i izrada šablona za novi model obuće

Nakon idejne skice modela, odabira i izrade kalupa u skladu s odabranim đonom, slijedi faza modeliranja modela na kalupu. Modeliranje novog modela ortopedске obuće namijenjene osobama koje nose ortoze izvedeno je prema skici modela. Modeliranje gornjišta novih modela obuće može se izvoditi konvencionalnim tehnikama ručnog crtanja na kalupu i suvremenim metodama primjenom CAD sustava (engl. Computer Aided Design) i specijaliziranih programa namijenjenih računalnom dizajnu obuće. Primjena pojedine metode u realnim uvjetima poslovanja ovisi o potrebama i zahtjevima pojedinog proizvođača obuće. Primjenom konvencionalnog načina modeliranja pomoću modelarske trake, s kalupa se skida preslika kalupa na kojem se iscrtavaju budući krojni dijelovi gornjišta [9].

Na temelju preslike kalupa, dalje se izrađuje kopija kalupa na papiru, sl. 5. Konstrukcijski crtež je dobiven iz kopije kalupa te se dalje koristi u svrhu izrade šablona krojnih dijelova gornjišta cipela. Kod crtanja i izrezivanja potrebno je dodati oznake za podvijanje, upust i spajanje dijelova. Prilikom modeliranja novog modela osobito je važno dobro osmisliti i modelirati lubni dio kako bi on i konstrukcijski i funkcionalno odgovarao, sl. 6. Definiran je redoslijed tehnoloških operacija šivanja i provlačenja elastične trake koja se provlači kroz lubni dio, sarice i povezuje se na vrhu jezika. Šablone su označene prikom modeliranja i dana je jasna uputa za krojenje i šivanje.



**Slika 5:** Šablone krojnih dijelova gornjišta cipela



**Slika 6:** Krojni dijelovi lubnog dijela

## 3. Tehnološki procesi izrade novog modela ortopedске obuće

Tehnološki proces izrade modela odvija se prema standardnim tehnološkim fazama: krojenje, šivanje, montaža i dorada te finiš [10].

### 3.1. Tehnološke faze krojenja, šivanja, montaže, završne dorade i finiša

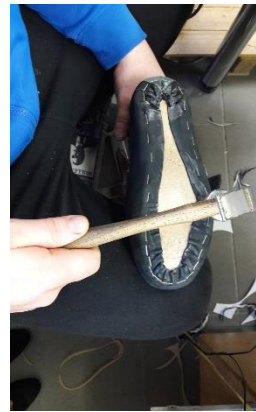
Krojenje je izvedeno ručno pomoću šablona koje su predhodno modelirane i označene, sl. 7. Nakon iskrojavanja dijelova gornjišta, potrebno je označiti linije spajanja, odnosno šivanja, rupice za gumene vezice. Najčešći način označavanja je srebrnom olovkom i šilom. Osim označavanja potrebno je još jednom izvršiti kontrolu kvalitete iskrojanih dijelova. Nakon tako pripremljenih dijelova gornjišta izvodi se podvijanje rubova, sastavljaju se vanjski dijelovi lijepljenjem, uljepljuje se podstava i na kraju slijedi tehnološki proces šivanja, sl. 8. Slijedi bušenje rupica za elastične trake na koje se postavljaju crne rinčice i provlači elastična traka kroz lub i sarice koja će služiti za podizanje lubnog dijela. Po završetku tehnološkog procesa šivanja dijelova gornjišta, slijedi montaža, sl. 9. Prvi postupak je postavljanje i učvršćivanje tabanice. Zatim se gornjište navlači na kalup i montira se na tabanicu. Kad je cipela montirana slijedi izrada đona. Prvo se uklanjaju čavlići kojima je gornjište učvršćeno za kalup i upust se brusi, tj. stanjuje da ne bude predebeo. Poliuretanski đon je potrebno halogenizirati tj. oprati sa odgovarajućom tekućinom radi boljeg prijanjanja lijepila. Donji dio se premazuje lijepilom dva puta, a đon jedan put. Kada se lijepilo osušilo, gornjište i đon se zagrijevaju kako bi se lijepilo aktiviralo. Nakon toga izvodi se pažljivo postavljanje đona na gornjište i završno stavljanje u prešu kako bi se pod pritiskom gornjište i đon kvalitetno spojili, sl. 10.



**Slika 7:** Označavanje šablona krojnih dijelova gornjišta cipel



**Slika 8:** Šivanje dijelova gornjišta



**Slika 9:** Gornjište navučeno na kalup



**Slika 10:** Učvršćivanje spoja gornjišta i đona pod prešom

## 4. Rezultati i rasprava

Izrađen model funkcionalno oblikovanog modela ortopedске obuće za lakše obuvanje kod nošenja ortoze, prikazan je na sl. 11 i 12. Gornjište obuće je izrađeno od kože, dok je podstava izrađena od zrakopropusne tkanine i spužve koje su od umjetnog materijala. Cilj je bio razviti model ortopedskih cipela koji će zadovoljiti kriterije anatomskog i funkcionalnog medicinskog pomagala, ali i uz postizanje atraktivnog dizajna i olakšavanje obuvanja osobama koje nose ortožu.



**Slika 11:** Obuvanje realiziranog modela s otvaranjem na lubnom dijelu



**Slika 12:** Realizirani model ortopedске obuće – otvaranje lubnog dijela

Kao polazište za oblikovanje i izradu kvalitetnog i udobnog modela obuće, vrlo je važno odabrati primjeren kalup te ga dodatnim oblikovanjem što bolje prilagoditi obliku stopala s ortozom korisnika. Računalno oblikovanje kalupa i izrada pomoću CNC uređaja za glodanje u začajnoj mjeri olakšavaju ovaj posao, pri čemu se istovremeno postiže viša kvaliteta i preciznije oblikovanje kalupa. Zahtjevnost izrade takve obuće, ogleda se u nizu povezanih postupaka izrade, počevši od odabira kvalitetnih materijala i pribora, a zatim kroz tehnološke procese krojenja, šivanja, montaže, dorade i samog finiša modela. U svakoj fazi izrade obuće potrebno je primijeniti stručna znanja, preciznost i iskustvo, kako bi u konačnici realiziran model obuće mogao zadovoljiti sve kriterije funkcionalnosti, udobnosti i atraktivnog dizajna. Novi modeli ortopedске obuće suvremenog su dizajna i kao takvi puno prihvatljiviji krajnjim korisnicima, sl.13.



**Slika 13:** Inovativni model ortopedске obuće (DONA 1) namijenjen za lakše obuvanje kod nošenja ortoze

## 5. Zaključak

Ortopedska obuća je uvijek izazov za modelara i dizajnera koji želi spojiti funkcionalnost i dobar dizajn, kako bi izrađeni model obuće u konačnici bio estetski prihvatljiv i poželjan budućem korisniku. Pri dizajniranju i oblikovanju modela potrebno je promišljati o funkcionalnosti i udobnosti modela te istovremeno oblikovati obuću u ovisnosti o vrsti deformiteta stopala korisnika za kojeg se obuća izrađuje. S obzirom da je ortopedska obuća prije svega medicinsko pomagalo, svaki izrađeni model takve obuće treba zadovoljiti niz faktora, kako bi korisniku olakšao kretanje i pružio mu odgovarajuću potporu.

Nošenje ortoze na jednom ili oba stopala dodatno otežava proces dizajna i oblikovanja ortopedске obuće, s obzirom da takva obuća treba biti dovoljno prostrana i oblikovana prema stopalu s ortozom. S obzirom na otežano kretanje takvih osoba, a poglavito obuvanje, osmišljen i oblikovan model ortopedске obuće s otvaranjem na lubnom dijelu koji je prikazan u radu, predstavlja inovativan model koji u značajnoj mjeri korisniku olakšava obuvanje kod nošenja ortoze. Obuvanje je omogućeno laganim potezanjem elastične trake i spuštanjem lubnog dijela do đona. Na taj način korisnik koji nosi ortozu može jednostavno i brzo obuti cipelu, s obzirom da ona nema dodatnih vezica i čičaka koji su inače sastavni dio ortopedске obuće. Funkcionalnost realiziranog modela verificirana je višemjesečnim nošenjem od strane korisnika, koji je pozitivno ocijenio dizajn, funkcionalnost i udobnost modela te od strane medicinskog osoblja ustanove koja svakodnevno radi sa osobama koje imaju problem obuvanja zbog nošenja ortoze i koji su iskazali zadovoljstvo novim modelom.



Parametri koji su pri tom vrednovani na novom modelu su: širina stražnjeg otvora kada se spusti lubni dio, visina i širina dijela obuće u području rista, elastičnost trake za potezanje i nesmetano otvaranje i zatvaranje lubnog dijela. Vrednovanjem izmjerenih parametara i nakon višemjesečnog nošenja, utvrđene su iste vrijednosti, a realiziran model obuće je zadržao jednak oblik lubnog i prednjeg dijela.

## Literatura

- [1] Kovač, I.: Protetika i ortotika u radnoj terapiji, *dostupan na* <http://www.zvu.hr/RADNI/nastavni%20planovi/aktuali%20nastavni%20plan/pred83956.html>, *Pristupljeno:* 2017-12-12
- [2] Lehneis, H. R.: Plastic Ankle-Foot Orthoses: Indications and Functions, *dostupan na* [http://www.oandplibrary.org/cpo/pdf/1980\\_02\\_003.pdf](http://www.oandplibrary.org/cpo/pdf/1980_02_003.pdf), *Pristupljeno:* 2017-12-12
- [3] *Dostupan na:* <http://bauerfeind.hr/protetika-2/>, *Pristupljeno:* 2017-12-22
- [4] Pečina, M.: *Ortopedija*, Naklada Ljevak, ISBN 953-178-625-9, Zagreb, (2004)
- [5] *Dostupan na:* <http://www.plasting-ortopedija.hr/proizvod/ortoza-za-nozni-zglob-i-stopalo-stabilizacijska-individualna-plasticna>, *Pristupljeno:* 2017-12-18
- [6] *Dostupan na:* <http://ortoplus.rs/Materijali.htm>, *Pristupljeno:* 2017-12-19
- [7] Faustini, Mario C. et. al.: Manufacture of Passive Dynamic Ankle–Foot Orthoses Using Selective Laser Sintering, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, **55**. (2008), 2, pp. 784 – 790, ISSN: 0018-9294
- [8] Tasić, B.: Rana rehabilitacija nakon elongacije donjih ekstremiteta, *dostupan na* [http://www.fizijatri.org/pdf/zbornik\\_radova\\_kongres\\_fizijatara\\_2014.pdf](http://www.fizijatri.org/pdf/zbornik_radova_kongres_fizijatara_2014.pdf), *Pristupljeno:* 2017-12-27
- [9] Preličec, D.: *Modeliranje u industriji obuće I. i II. dio*, Zagreb, (1964)
- [10] Orešković Fumić, M.; Petrak, S.: Funkcionalno oblikovanje i izrada dječje ortopedske obuće s ugrađenom ortozom za stabilizaciju gležnja, *Koža i obuća*, **66**. (2017), 2; 12-15, ISSN 0450-8726

## Autori:

Izv. prof. dr. sc. Slavenka PETRAK

Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385) (1) 3712 543

Fax: +(385) (1) 3712 599

E-mail: slavenka.petrak@tff.hr

dipl. inž. Marina OREŠKOVIĆ FUMIĆ

Bauerfeind d.o.o. PJ Antunovac

Hrvatske Republike 10, HR-31216 Antunovac

Tel: +(385) (1) 31 278 411

Fax: +(385) (1) 31 278 820

E-mail: marina.oreskovic@bauerfeind.hr

dipl.inž. Nataša SEKULIĆ

L.Ružičke 38, HR-10000 Zagreb

Tel: +(385) (91) 516 0658

E-mail:natasasekulic02@gmail.com

## IMPROVING THE FOOTWEAR PRODUCTION PROCESS WITH IT INFRASTRUCTURE – IVANČICA Ltd. COMPANY CASE STUDY

Ivana ŠPELIĆ & Tajana GOTAL

**Abstract:** *Ivančica is one of the Croatian leading footwear manufacturer. In 2012, footwear manufacturer Ivančica implemented SAP ERP enterprise resource planning system and business intelligence (BI) solutions to optimize business processes, product quality, and process communication. However, the infrastructure for the SAP and VMware environments needed a new setup to cope with development strategy of the Ivančica company. To solve production challenges, Ivančica moved to SAP Apparel and Footwear Solutions (AFS) and migrated to SAP HANA to improve the business intelligence and reporting situation in the short run. Ivančica Ltd. company has eliminated the production slowdown, the lower revenues and long waiting times during production process by improving the IT infrastructure for SAP HANA. Later on SAP HANA will drive SAP Fashion Management Solutions (FMS), the new and extended generation of SAP AFS and other SAP applications. Ivančica footwear company is the example of the one of the most complex SAP projects in Croatia. It started with the deployment of a consolidated infrastructure that can easily support an evolving SAP environment and a growing daily output*

**Keywords:** *footwear manufacturer, the production process, SAP Apparel and Footwear Solutions, SAP HANA solutions*

### 1. The problem identification

Ivančica Ltd. is one of the Croatian leading footwear manufacturer with over 75% of the income coming from exporting their products to foreign markets. With over 70 years of experience and 750 employees, they won many rewards for quality of their products. The company was established in 1946 and nowadays produces children's footwear brand *Froddo*, *Figure 1*. Each seasonal collection consists up to 500 models, which are present in stores all over the world. The biggest export markets are: Europe (Germany, Great Britain, France, Switzerland) and U.S. The company is dedicated to meeting health and safety standards by holding both ISO 9001:2015 and ISO 14001:2015 quality certificate. Every shoe is produced in an environmentally friendly way and without any harmful substances or compounds such as chromium-6. The optimization of business processes is done by facilitating the process connection and communication to achieve the optimal effects in all parts of the business with the emphasis on the quality of the product [1].



**Figure 1:** FRODDO brand

The inadequate IT solutions used to cause the production slowdown, the lower revenues and long waiting times during production process. It took up to 15 minutes to process some workloads in Ivančica Ltd. such as

completing the product assembly in one production segment and transferring it to the next. The poor efficiency affected the production - related reporting and the working climate, because the production output rate determines the workers' final income.

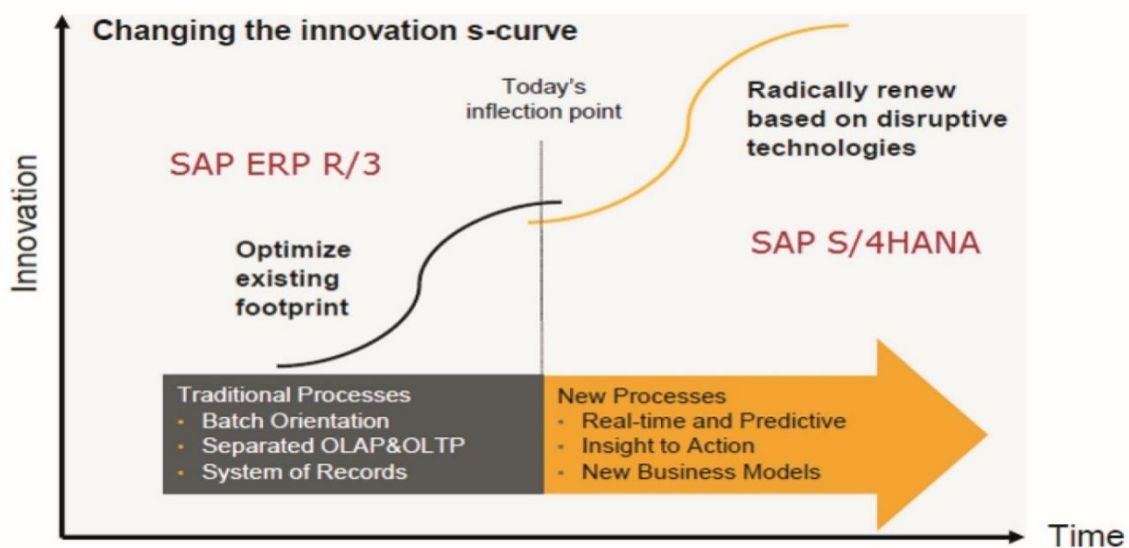
The challenge was raised to improve and upgrade the IT infrastructure for SAP HANA [2]. Since Ivančica Ltd. already used SAP ERP solutions (enterprise resource planning is the integrated management of core business processes, often in real-time and mediated by software and technology) from 2012 and business intelligence (BI) solutions, IT environment was taken to the next level.

The first step was to deploy the consolidated infrastructure that can easily support an evolving SAP environment. A new infrastructure setup was created for the SAP and VMware environments to cope with company's development strategy. The SAP Apparel and Footwear Solutions (AFS) were implemented to quickly solve production problems. The next step was the migration to SAP HANA to improve the BI and reporting situation in the short run. The plan for the future is to drive SAP Fashion Management Solutions (FMS), the new and extended generation of SAP AFS and other SAP applications.

## 2. The solution

The solution was found by implementing SAP HANA in-memory data platform. The SAP HANA is an in-memory data platform which enables the business processes acceleration, delivers more business intelligence and simplifies IT environment. SAP HANA doesn't require to maintain the separate legacy systems and siloed data, Figure 2. This is platform for trans - analytic applications, which is used to analyze live data to support real-time business, while reducing data redundancy, footprint, hardware, and IT operations. The capabilities include database services, advanced analytics processing, app development, data access, administration, and openness while helping data management in a single in-memory platform [3]. The key capabilities of SAP HANA [3]:

1. Database Management transformation by simplifying operations using a single copy of enterprise data and a secure modern data platform.
2. Process Data In-Memory due to process transactions and data analytics using data virtualization, integration or replication.
3. Leverage advanced data processing engines for business, text, spatial, graph and series data.
4. Leverage hybrid transactional and analytical processing capabilities to build next generation applications.
5. Simplified system administration and IT operations with tools that help monitor processes, ensure data and application security, and achieve continuous availability.
6. Keeping all communications, data storage, and application services secure with robust identity and access management controls.



**Figure 2:** The benefits of the new SAP environment

The NetApp hybrid storage with NetApp Flash Pool, Fujitsu servers, and Cisco networking was deployed to improve and upgrade the IT infrastructure for SAP HANA [2]. The transition to SAP HANA required more performance and redundancy in the infrastructure, a faster network and a comprehensive server virtualization.

The company BCC Services, which is the IT partner of Ivančica Ltd., carefully evaluated the weak points on site and came up with a tailored solution based on Cisco, Fujitsu, NetApp, Red Hat, and VMware products. BCC Services specializes in solutions for IT infrastructure. By combining equipment and products from leading suppliers, BCC Services offers design, installation, implementation, support and maintenance even for the most complex infrastructure environments [4].

## 2.1 The new infrastructure

With SAP HANA, all database transactions happen in memory rather than in a read cache, which is only a part of a server's memory. Nevertheless, SAP HANA needs a storage solution to overcome memory volatility, to cater for fast read and write processes from and to the database, and to provide backup and disaster recovery. NetApp FAS hybrid storage with NetApp Flash Pool is ideal thanks to its performance and real-time storage tiering, since Flash Pool operates as an extended read-and-write SSD cache.

It leverages the 4k-sized data blocks defined in the NetApp file system to write and serve currently used data always to and from SSD. The NetApp enables nearly instantaneous caching of read and write data. It can significantly reduce the latency for company's SAP workloads. A virtual storage tier was achieved where data is always handled by the appropriate media without having to move a single bit of data [2,4].

Ivančica Ltd. combines online snapshot and the replication technology from NetApp with the Commvault IntelliSnap to back up all kinds of data. Thanks to the close integration of the technologies, the company can manage the data protection in a *disk – to – disk – to – tape* scenario from a single interface. BCC Services also leverages other storage efficiency features, including data cloning, deduplication, and thin provisioning, to help Ivančica make the most of the investment in NetApp. The CIFS (Common Internet File System), NFS (Network File System) and iSCSI (Internet Small Computer Systems Interface) protocols were used.

The solution consists of the following components [2,4]:

- NetApp Products
- NetApp FAS2552 two-node cluster
- NetApp clustered Data ONTAP® 8.3
- Flash Pool intelligent caching
- Snapshot technology
- Storage efficiency

The third-party products were applied to upgrade the IT infrastructure for SAP HANA [2,4]:

- 2 Cisco 10GbE 3850 core network switches,
- 2 Fujitsu Primergy RX4770 M2 servers,
- Commvault IntelliSnap for NetApp,
- Red Hat Enterprise Linux,
- SAP BI, SAP ERP with SAP AFS and other modules, SAP HANA for BI and
- VMware vSphere 6.

## 2.2 The benefits

The most significant improvements were showed on workloads processed between 9 and 10 hour in the morning, when the factory is under "rush hour". The average response times within the SAP environment were reduced greatly and helped accelerate processes, meet output objectives, and drive revenue [2,4]. Time to process a single workload was reduced to less than 10 seconds during the busiest time from 9 till 10 a.m. (around 5 sec).

The observed outputs are [2,4]:

- database time is eleven-times faster (reduced from 16 to 1.4 sec),
- database response time is fourteen-times faster (reduced from 47 to 3.3 sec and
- database wait time is six-times faster (reduced from 23 to 4 sec), Figure 3.

Time profile: Times; T Total time (s), Ø Time/step (ms)

Time interval	# Steps	T Response Time	Ø Time	Process.	Avg. Proc. Time	T CPU~	Ø CPU~	T DB Time	Ø DB Time	T Time	Ø Time	T Roll Wait Time	Ø Roll Wait Time	T WaitTime	Ø WaitTime	# Trips	Ø Time
00-06	10.963	4.362	397,9	2.675	244,0	1.445	131,8	1.577	143,8	0,0	0,0	59	5,3	20	1,8	1.393	2,4
06-07	7.787	2.267	291,1	1.337	171,7	1.166	149,7	726	93,2	0,0	0,0	178	22,8	8	1,0	6.436	48,1
07-08	15.828	7.376	466,0	2.096	132,4	1.575	99,5	4.272	269,9	0,0	0,0	888	56,1	89	5,6	14.836	51,6
08-09	15.380	47.926	3.116,1	2.290	148,9	1.641	106,7	25.372	1.649,7	0,0	0,0	3.327	216,3	16.893	1.098,4	16.869	37,7
09-10	16.951	46.912	2.767,5	4.781	282,0	1.451	85,6	15.966	941,9	0,0	0,0	3.022	178,3	23.108	1.363,2	19.635	35,9
10-11	10.953	8.621	787,1	1.366	124,7	1.050	95,8	6.407	584,9	0,0	0,0	508	46,4	321	29,3	12.011	40,1
11-12	9.984	34.917	3.497,3	1.791	179,4	1.015	101,6	12.803	1.282,4	0,0	0,0	1.709	171,2	18.508	1.853,8	10.335	40,3
12-13	11.235	6.465	575,5	1.839	163,7	1.256	111,8	4.012	357,1	0,0	0,0	452	40,2	138	12,3	10.696	34,8
13-14	16.960	8.781	517,7	2.455	144,7	2.027	119,5	3.460	204,0	0,0	0,0	2.826	166,6	4	0,3	17.202	41,4
14-15	6.534	2.696	412,6	1.069	163,5	887	135,7	1.423	217,7	0,0	0,0	185	28,4	3	0,4	6.691	40,7
15-16	800	386	482,7	289	361,9	73	91,6	86	107,6	0,0	0,0	8	10,2	0	0,3	160	15,9
16-17	683	320	468,6	245	358,7	50	73,3	73	107,1	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	0,7
17-18	762	329	432,1	253	331,7	55	71,7	74	96,6	0,0	0,0	0	0,0	1	1,2	0	0,0
18-19	686	430	627,5	316	460,6	58	84,7	112	164,0	0,0	0,0	0	0,0	0	0,1	0	0,0
19-20	677	326	481,1	252	372,4	54	80,3	72	105,9	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
20-21	675	360	533,9	250	371,0	54	80,7	108	159,9	0,0	0,0	0	0,0	0	0,1	0	0,0
21-24	2.035	1.145	562,5	841	413,1	159	77,9	220	108,0	0,0	0,0	39	19,2	39	19,3	0	0,0

Danas do 12:00:

Time profile: Times; T Total time (s), Ø Time/step (ms)

Time interval	# Steps	T Response Time	Ø Time	Process.	Avg. Proc. Time	T CPU~	Ø CPU~	T DB Time	Ø DB Time	T Time	Ø Time	T Roll Wait Time	Ø Roll Wait Time	T WaitTime	Ø WaitTime	# Trips	Ø Time
00-06	5.486	7.105	1.295,2	3.533	644,0	2.014	367,2	3.120	568,7	0,0	0,0	431	78,5	4	0,7	889	8,0
06-07	7.092	1.620	228,5	993	140,1	955	134,6	486	68,5	0,0	0,0	115	16,3	6	0,9	4.330	30,6
07-08	12.162	3.168	260,5	1.346	110,7	1.349	110,9	1.207	99,2	0,0	0,0	566	46,5	13	1,1	10.880	37,0
08-09	11.725	3.275	279,3	1.477	126,0	1.225	104,4	1.499	127,9	0,0	0,0	260	22,2	4	0,3	12.843	37,1
09-10	13.450	3.319	246,8	1.554	115,5	1.333	99,1	1.385	103,0	0,0	0,0	345	25,7	4	0,3	13.201	29,8
10-11	8.816	1.658	188,0	905	102,6	735	83,4	463	52,5	0,0	0,0	270	30,7	2	0,2	9.942	45,6
11-12	10.686	2.187	204,7	1.373	128,5	1.142	106,9	537	50,2	0,0	0,0	236	22,1	6	0,5	10.031	34,3

Figure 3: The average response time reduction within the new SAP environment

The improvements in the shoe production are evident. However, since quick responding to changing market demands is needed, the up-to-date and in-time reporting is also required. The new infrastructure helps to meet those demands. The report is generated within 5 seconds instead of 10 minutes [2,4].

The key stone benefits are [2,4]:

- significantly accelerated shoe production processes,
- response time for SAP workloads reduced to less than 5 seconds,
- improved data protection,
- future-proof infrastructure built for SAP HANA,
- solutions which are prearranged for future SAP FMS - combining the wholesale, the retail and the manufacturing in one solution,
- in-time reporting achieved,
- just – in – time, quick – response and time – to – market solution for quicker reaction to market trends and demands, and
- adapted for the business growth adjustment.

### 2.3 Implementing the SAP Apparel and Footwear Solutions

The SAP Apparel and Footwear is an end – to - end, single, integrated and affordable ERP software solution for businesses whose core focus is on the design, distribution and sale of apparel and footwear goods. The SAP Apparel and Footwear Solution (AFS) puts apparel and footwear companies in complete control of their supply chain, from procuring the raw materials to delivering the finished styles.

This solution helped Ivančica Ltd. to monitor their complex business processes, independent of time and place, by maintaining the right – on - time coordination with suppliers and customers, the different agreements laid out with them, and the most effective purchasing and payment integration methods [5].

The AFS solution provides the following [5]:

- replication of the customer profile from SAP AFS,
- replication of the grid products from SAP AFS,
- display of the AFS product profiles that include material groups, divisions, seasonal information, characteristics, and variants,
- display of the product catalogue views with digital content sourced from product content management systems (PCM),
- display of enhanced list views,
- display of enhanced product overview pages and
- creates product listings, order from product lists, and order from grid.

By implementing the SAP AFS, Ivančica Ltd. was enabled to [2]:

- Manage data at the end item level to successfully forecast, plan, and manufacture its' product, deliver the right product and control inventories,
- Manage the process from product conception to production and delivery, supported by key industry modules, and
- Market faster with department collaboration using the Product Data Management (PDM) solution.

Ivančica Ltd. can easily access data in real time with specialized tools and advanced reports. The sales, operations, and financial data reports can be generated on demand, and at any time, day or night. The benefits of the SAP AFS are seen through [5]:

1. Improved Business Administration,
2. Improved Customer Relationship Management (CRM),
3. Improved Operations and Distribution,
4. Improved Product Data Management (PDM),
5. Improved Sales Force Automation (SFA),
6. Enabling the fashion book presentation,
7. Improved Manufacturing,
8. Improved Retail Management.

## 2.4 The future plans

The business in Ivančica Ltd. is growing by acquisition and by a successful positioning of its' Froddo brand on foreign markets. The number of international buyers doubled, and 89% more footwear was sold in two years, while online sales increased by 50%. To cope with growth on all levels, Ivančica Ltd. plans to migrate to SAP FMS on SAP HANA in the next few years. This will integrate the wholesale, the manufacturing, and the retailing processes into a single solution [1,2].

## 3. The conclusion

Implementing the adequate IT solutions and infrastructure is only one step in improving the production processes and sustainable development. By improving and upgrading the IT infrastructure for SAP HANA, Ivančica Ltd. company has eliminated the production slowdown, the lower revenues and long waiting times during production process. The final outcome is the efficiency improvements in the overall production process. As the result to SAP HANA transition, more performance and redundancy in the infrastructure, a faster network and a comprehensive server virtualization was required. The hybrid system solution was implemented combining the NetApp FAS hybrid storage with NetApp Flash Pool. The storage solution to overcome memory volatility, to cater for fast read and write processes from and to the database, and to provide backup and disaster recovery was created. The most significant improvements were showed on workloads processed between 9 and 10 in the morning and the average response times within the SAP environment were reduced greatly. This helped accelerate processes, meet output objectives, and drive revenue. The up-to-date and in-time reporting was also achieved since the report is generated within 5 seconds instead of 10 minutes. This business solution helped Ivančica Ltd. company to achieve quick responding to changing market demands and improved the company's operating solutions.

## References

- [1] <https://www.ivancica.hr/en/company/our-story>, Accessed: 2017-12-18
- [2] <http://www.netapp-success.com/client/ivancica>, Accessed: 2017-12-18
- [3] <https://www.sap.com/products/hana/features.html>, Accessed: 2017-12-15
- [4] <http://www.bccservices.com/>, Accessed: 2017-12-15
- [5] <http://www.sapone.co.za/wp-content/uploads/2013/06/SAP-Business-One-Apparel-and-Footwear-Solution.pdf>, Accessed: 2017-12-15

## Authors:

Ivana ŠPELIĆ, Ph. D.  
University of Zagreb, Faculty of Textile Technology  
Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, Croatia  
Phone: +385 1 3712 551 Fax: +

E-mail: [ispelic@ttf.hr](mailto:ispelic@ttf.hr)

Tajana GOTAL, The member of the supervisory board  
Ivančica Ltd.  
Petra Preradovića 12, 42240 Ivanec, Croatia  
Phone: +385 42 402 222 Fax: +395 42 402 206

E-mail: [tgotal@ivancica.hr](mailto:tgotal@ivancica.hr)

## RUČNO TRADICIJSKO TKANJE TKANINA ZA NOŠNJE U SUNJSKOJ POSAVINI

### MANUAL TRADITIONAL WEAVING OF FABRICS FOR COSTUMES IN SUNJSKA POSAVINA

Željko KNEZIĆ; Željko PENAVA, Ana KNEZIĆ & Agata KNEZIĆ

**Sažetak:** U ovom radu prikazan je dio spoznaja stečenih višegodišnjim radom autora, suradnika i zaljubljenika u ručno tkanje, tradiciju cijele Hrvatske, a posebno osam sela Sunjske Posavine i gradića Sunja. Na ovom području sačuvane su originalne nošnje (koje su čuvane posebnom pozornošću, tako da nisu nikad oprane) od lanenog platna ručno tkanog posebnim tehnikama. Pri unošenju svake niti potke vođena je briga o konačnom izgledu odjevnog predmeta. Osim finih sirovih niti lana upotrebljavala se pređa od prirodne svile bijele boje ili češljanog merceriziranog bijelog pamučnog konca pri tkanju tehnikama „prebora“. Samo vrhunske tkalje upuštale su se u tkanje zahtjevnom tehnikom „na vutljak“ pri kojoj su tkanjem stvarani efektni motivi kombiniranjem „rupica“ i svilom (ponekad lanom ili pamukom) ispunjenih dijelova platna. Uočene karakteristične tehnike i korišteni materijali dodatni su poticaj za sveobuhvatno istraživanje, poticaj lokalnom stanovništvu za očuvanje tradicijske baštine i izradu vjernih replika originalnih predložaka.

**Abstract:** This paper presents some of the discoveries made during many years of work by the authors, associates and lovers of hand weaving, the tradition of the entire Croatia, and especially the eight villages of Sunjska Posavina and the town Sunja. In this area, original costumes (which have been kept with special care so that they have never been washed) have been preserved, made of linen hand-woven by special techniques. When inserting any thread of the weft, care was taken on the final appearance of the garment. Beside the fine (non-dyed) linen yarns, yarns of natural white silk or white mercerized cotton thread were used in weaving technique “prebor”. Only top-of-the-line weavers were weaving by the sophisticated technique “na vutljak” during which effect motifs were fabricated by combining “holes” and silk (some times linen or cotton) filled canvas pieces. The recognized characteristic techniques and used materials are an additional incentive for comprehensive research, a stimulus for the local population to preserve the traditional heritage and to produce authentic replicas of the original templates.

**Cljučne riječi:** ručno tradicijsko tkanje, Sunjska Posavina, lan, svila, prebor, vutljak

**Keywords:** manual traditional weaving, Sunjska Posavina, linen, silk, “prebor”, “vutljak”

#### 1. Uvod

Narodne nošnje stanovnika u selima Sunjske Posavine izrađene su najvećim dijelom od lanene tkanine koju su ručno tkali u slobodno vrijeme (najčešće zimi kad se nije moglo raditi izvan kuće). Lan su sami uzgajali, obrađivali i preli pređu potrebne finoće. Uočava se razlika u kvaliteti i načinu izrade tkanina za ženske (sl. 1a i b) i muške nošnje (sl. 1c), te one koja se koristila svaki dan ili u posebnim prigodama [1].



a.

b.

c.

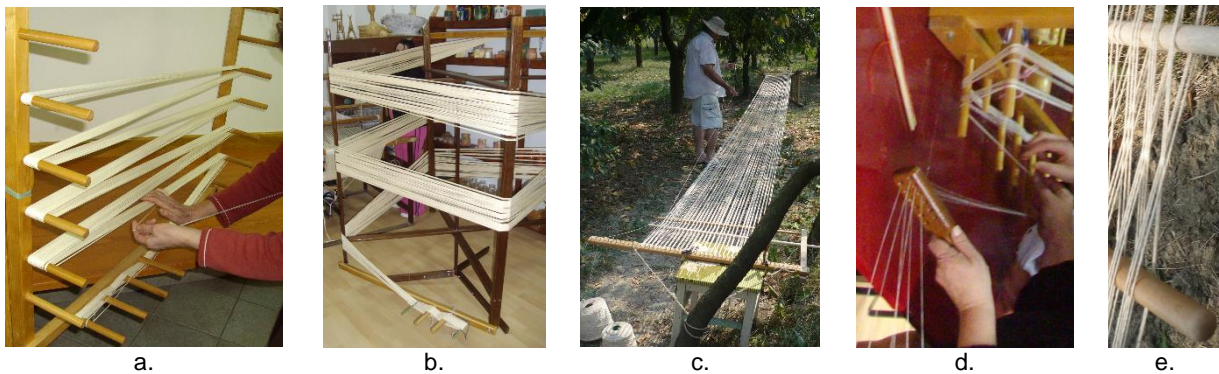
**Slika 1:** Nošnje Sunjske Posavine: a) ženske nošnje za svaki dan, b) ženske svečane nošnje, c) muška nošnja

Tijekom dvadesetog stoljeća pored lanene potke sve više se za niti osnove koristila pamučna polučušljana pređa, a pedesetih i šezdesetih godina XX stoljeća intenzivno se smanjio interes za samostalnom proizvodnjom lana, među ostalim i zbog zabrane namakanja lana u potocima i rijekama, ali i zbog promjene navike odijevanja: većina žena počela je svakodnevno nositi *građansku odjeću*, a narodnu nošnju su nosile samo nedjeljom *na misu* ili na neku svečanost. Unatoč mnoštvu prepreka, ipak se uspjelo sačuvati izvorne nošnje, tradiciju ručnog tkanja i običaja. Štoviše, posljednjih godina pronalaze se različite prigode i razlozi da se obučne nošnje, da se razmijene spoznaje i iskustva, a organiziraju se i radionice na kojima se zainteresirane sudionice upoznaju s postupcima pripreme pređe za ručno tkanje i tradicijskim tehnikama ručnog tkanja – *bijelo na bijelom* – specifičnog za Sunju i osam sela Sunjske Posavine (Gradusa Posavska, Greda Sunjska, Letina Gornja, Letina Donja, Selišće Sunjsko, Bistrač, Žreme, Krivaj Sunjski) [2, 3].

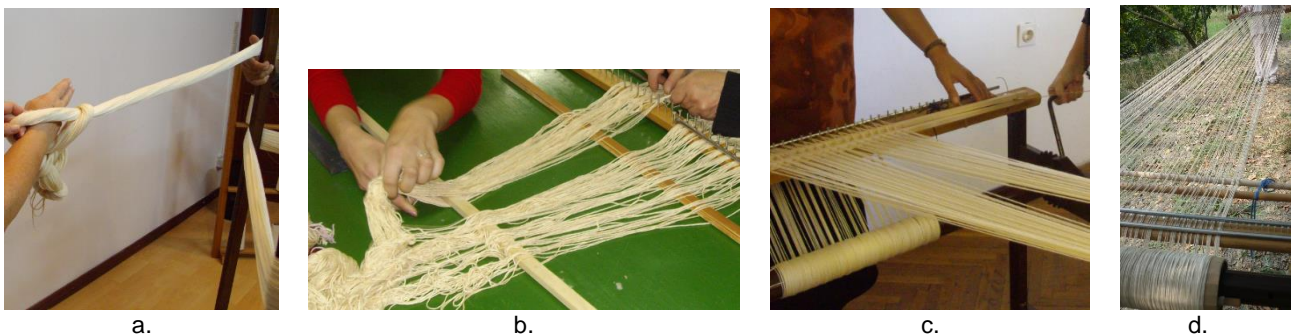
## 2. Priprema pređe za ručno tkanje

Tkanina nastaje unošenjem poprečne niti (*potke*) u *zijev* – prostor stvoren razdvajanjem uzdužnih niti (*osnove*). Nakon unesene potke po zakonitostima veza mijenja se pozicija pojedinih osnovnih niti ostvarujući *zijev* za unos slijedeće potke. Dakle, prije početka tkanja potrebno je pripremiti pređu za potku i osnovu. Pređu za potku potrebno je premotati u pogodan oblik za unošenje u *zijev* pri ručnom tkanju.

Priprema pređe *osnove* iziskuje posebne sposobnosti (poznavanje materijala: lana, svile, konoplje, pamuka te zahtjevnog postupka uz puno vještine, strpljenja i upornosti) koje su imale malobrojne žene, a to svoje znanje prenosile su na nasljednice u svojim obiteljima. Postoje nepisana pravila korištenja pojedinih vrsta pređa, gustoći niti, širini tkanja, načinu (tehnic) tradicijskog ručnog tkanja, ovisno o namjeni gotove tkanine [4]. Prvi korak je izračunati potrebnu količinu pređe. Postupak je sljedeći: odabrati odgovarajuću pređu (ili konac), utvrditi gustoću niti, odrediti širinu i dužinu snovanja i tkanja (uzeti u obzir skupljanje, utkanje, otpad), izračunati potreban broj i dužinu osnovnih niti, snovati osnovu. Snovati se može na više načina: na okviru s klinovima (sl. 2a), s rotirajućom snovaljkom (sl. 2b), sa štapovima i češljem (sl. 2c) (modificirano snovanje na potrebnu širinu, dužinu i gustoću niti osnove). Može se snovati jedna po jedna nit, ili više niti odjednom uz pomoć *daščice* s 12 rupa (sl. 2d) kroz koje prolaze niti ostvarujući svoj raspored *križem niti* na klinovima ili štapovima (na krajevima osnove) (sl. 2e).



**Slika 2:** Snovanje a) na klinove na okviru, b) na okomitoj rotirajućoj snovaljci, c) sa štapovima i češljem na potrebnu širinu, dužinu i gustoću niti, d) više niti kroz *daščicu* s rupama, e) niti osnove *u križ* na štapovima

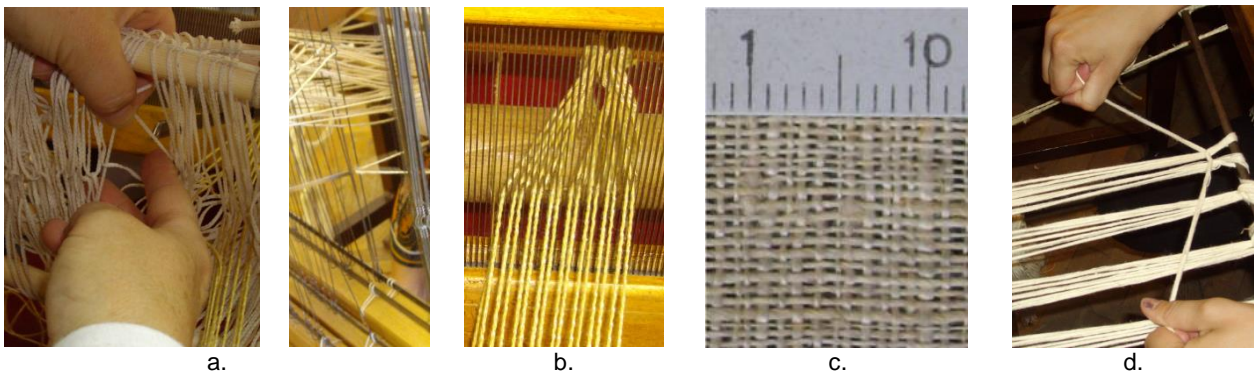


**Slika 3:** Prenošenje osnove na tkalački stan; a) Skidanje osnove sa snovaljke u pletenicu, b) Stavljanje niti osnove u češalj, c) i d) Namatanje osnove na osnovine valjke



Svaki od spomenutih načina snovanja ima svojih prednosti i nedostataka, ali uvijek se treba ostvariti konačan cilj: niti osnove pomoću *križa niti* moraju zadržati svoj raspored, a na osnovin valjak tkalačkog stana paralelno namotati jednako napete i iste dužine. Nakon snovanja na klinove na okviru i na okomitoj rotirajućoj snovaljci osnovu treba skinuti u pletenicu (sl. 3 a), zatim niti rasporediti u češalj (*grabljice*) na željenu gustoću (sl. 3b). Slijedi namatanje na osnovin valjak na tkalačkom stanu (sl. 3c), a koje se može provesti direktno na osnovin valjak ako se snovalo sa štapovima i češljem (sl. 3d).

Niti osnove na tkalačkom stanu uvode se u kotlance (ničanice) (sl. 4a), naizmjenično u prvom i drugom listu (dva lista su dovoljna za tkanje platna) [4, 5]. Ovisno o potrebnom broju niti osnove na jedinicu širine tkanine niti se uvode u uzubine brda. Često nema odgovarajuće gustoće, pa se uvode po dvije (ili više niti) u jednu uzubinu, ili se po potrebi preskoči (sl. 4b). Tu treba oprezno odabrati rješenje, jer pri tkanju s lanenim nitima, postoji mogućnost da se u tkanini (i nakon 100 godina, kao što je vidljivo na uzorku, sl. 4c) vidi razmak između osnovinih niti prema uvodu u brdo. Prije početka tkanja potrebno je napeti niti osnove vezanjem posebnim uzlom (sl. 4d).



**Slika 4:** Priprema osnove za tkanje na tkalačkom stanu: a) uvođenje osnove u končane ničanice ili metalne kotlance, b) po jedna nit osnove uvedene u uzubine brda (dvije uzubine popunjene, jedna prazna), c) lanena tkanina (platno vez) s neravnomjernim rasporedom niti osnovne, d) vezanje i izjednačavanje napetosti niti osnovne

### 3. Ručno tkanje

Priprema za tkanje obavljala se s posebnom pozornošću. Nije se smjela potkrasti nikakva greška. Unaprijed je određena namjena tkanine i svaka nit mora biti na *svojem mjestu*. Jer upravo konstrukcija tkanine privlači pozornost. Nema obojenih uzoraka koji bi odvlačili pogled od podloge, ako i ima uzorak, onda je i on od bijele pređe ili konca (svila i/ili češljani mercerizirani pamuk). Stoga je razvidno nekoliko načina tkanja ovisno o namjeni lanene tkanine:

- tkanine za nošnju koja se nosi svakodnevno, za obavljanje grubih, teških poslova
- tkanine za nošnju na kojima će se ručnim vezom stvoriti karakteristični motivi
- tkanine na kojima za vrijeme tkanja tradicijskim tehnikama nastaju posebno upečatljivi motivi

#### 3.1 Ručno tkanje platna

Tkanine (u platnenom vezu), *prosto platno*, za nošnju koja se nosila pri obavljanju svakodnevnih poslova tkane su od grubljih lanenih pređa, s tim da su za ženske nošnje korištene malo finije pređe, tako da su odjevni predmeti bili ugodniji za nošenje i ljepše izgledali. Širine tkanja su univerzalno odgovarale odjevnim predmetima – nije bilo krojenja, veličinom nabora usklađivale su se potrebe i mogućnosti. Tkanine su guste, kompaktne (sl. 5a), ali odjeća je ugodna za nošenje u svim godišnjim dobima [4].

Za tkanine na kojima se ručno vezlo (sl. 5b), a nakon toga se šivali odjevni predmeti, birala se jednakomjerna lanena pređa iste finoće za osnovu i potku, a tkalo se jednakom gustoćom (oko 12 niti na jedan centimatar) osnove i potke.



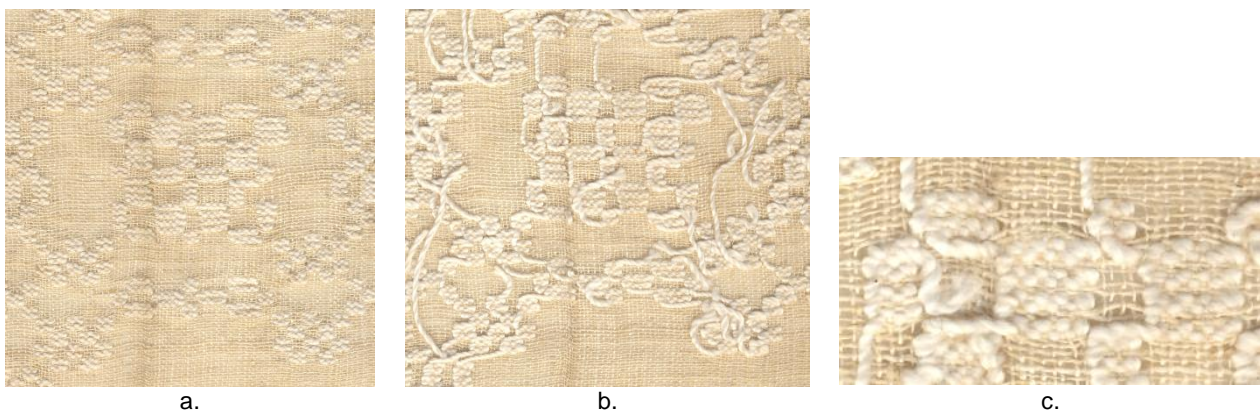
**Slika 5:** Lanena tkanina: a) *prosto platno* za svakodnevnu nošnju, b) na kojoj se ručno vezlo za svečanu nošnju

### 3.2 Ručno tkanje platna s tradicijskim tehnikama ukrašavanja

Samo najbogatije obitelji mogle su si priuštiti sve troškove izrade i danas najcjenjenijih nošnji tkanih od fine lanene pređe *lana svilenca* kombiniranjem tradicijskih tehnika *prebora* i *vutljaka*.

Po usmenoj predaji, spominje se da su trebali posebni klimatski uvjeti, ugodno proljeće, ljeto bez kiše. Lan počupati kad se *zazlatila* donja trećina stabljike (sjeme još nije zrelo), osušiti ga, povezati u snopiće, namočiti ga u ne prehladnoj tekućoj vodi, nakon toga osušiti ga, ali paziti da ne pokisne (jer će izgubiti zlatnu boju). Stupati ga za vrućih dana (prije rujna) i onda pređenje povjeriti vrsnoj prelji (a u cijelom kraju jedva ih je bilo koliko prsta na jednoj ruci), *jer pređa mora biti kao nit svile*. Izriječkom: „Snovanje je još prošle godine dogovoreno s *kumom*, jer je jedino ona umjela napraviti osnovu i uvesti je u ničanice, da u tkanju ne bude problema. Bijela svila i fini bijeli pamučni *pelgarn* po posebnoj vezi nabavljen je još prošle godine (sve na vrijeme osigurano). A tkat će jedna od dvije – tri žene u selu koje vrsno znaju *prebor* i *vutljak* (u to se rijetke upuštaju, naročito ako je *belo na belom*)“ [6, 7].

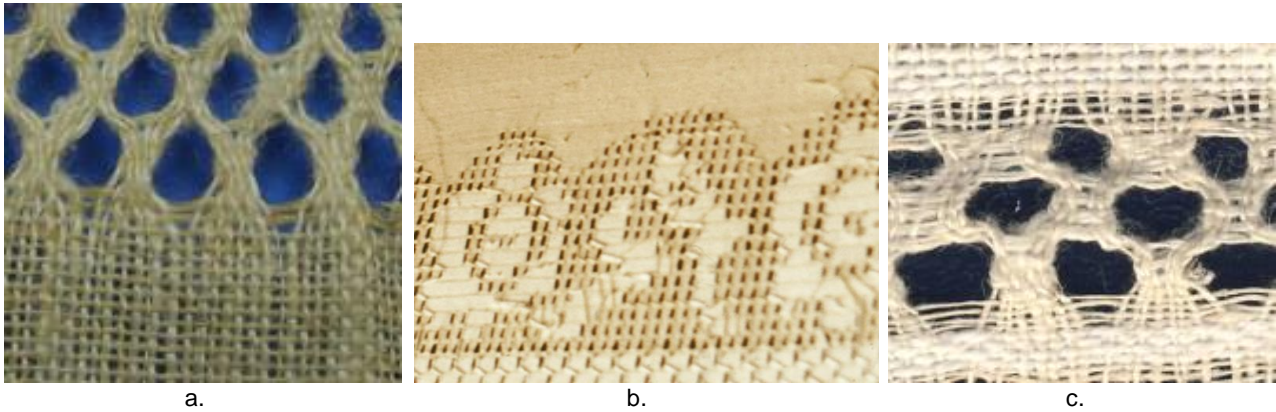
Za tkanje lanene tkanine u tehnici *prebor* koristila se fina, jednakomjerna ne bojadisana lanena pređa za osnovu i potku po cijeloj širini, a samo ukrasni motiv ostvarivao se bijelom svilenom pređom (ili češljani mercerizirani bijeli pamučni konac) (sl. 6a) u istom zijevu, ali ne po cijeloj širini (naličje na slici 6b, a uvećan detalj naličja na slici 6c). Tkalo se tako da je s gornje strane bilo naličje zbog lakšeg rukovanja uzorkujućim nitima (svaki motiv ima svoju nit).



**Slika 6:** Lanena tkanina tkana tehnikom *prebor u zev*; a) lice, b) naličje, c) uvećan detalj s naličja

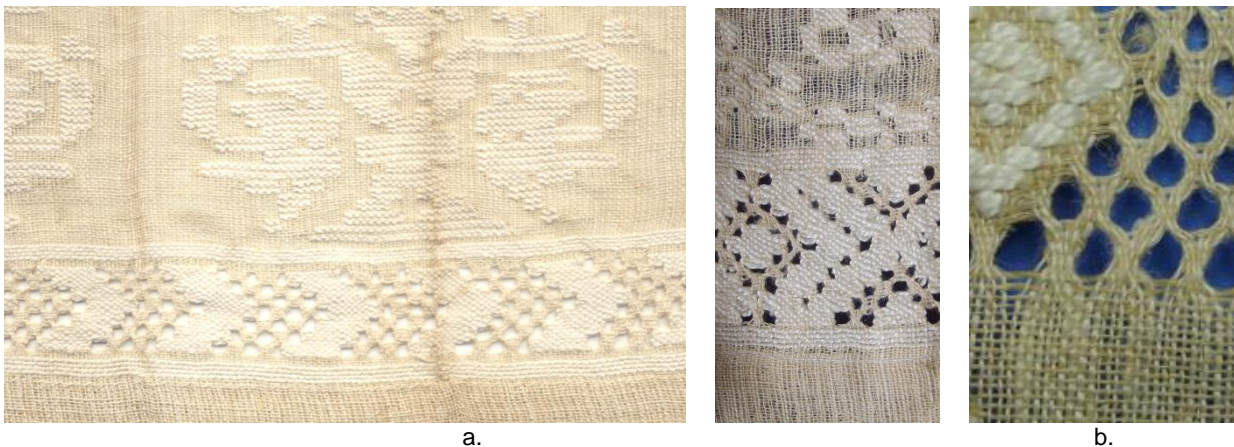
Tkanje finom sirovom lanenom pređom zahtjevnom tehnikom *na vutljak* iziskivalo je poseban osjećaj u rukama za preciznu napetost svake pojedine potke, jer uzorak se stvarao jačim ili slabijim zatezanjem potki, te pojedinačnim pritkivanjem malim češljem (brdo se ne koristi za pritkivanje potki). Svaka tkalja imala je svoje male tajne i načine realiziranja motiva, po čemu su prepoznatljive (sl. 7a).

Tka se s naličjem s gornje strane (sl. 7.b). Po širini tkanja ima onoliko potki koliko ima ispunjenih dijelova, a svaki dio najčešće čini osam niti osnove koje se nakon četiri potke razdvajaju po četiri lijevo i desno te sa susjednim nitima tvore novu skupinu od osam niti (sl. 7c) [6].



**Slika 7:** Lanene tkanine tkane tehnikom *na vutljak*: a) kapljice s lanenom potkom, b) naličje s pamučnom ispunom motiva, c) uvećan motiv sa svilenim potkama

Tradicijske tehnike tkanja *prebor u zev* i *na vutljak* se izvrsno sljubljuju, a pri tom ističu jedna drugu, te se nalaze u različitim varijantama u većini nošnji Sunjske Posavine. Posebno u tkanim motivima dolazi do izražaja profinjenost bijele svile uz fine niti lana, ali ni pamučni bijeli konac ne umanjuje atraktivnost i izražajnost ukrasnih motiva.



**Slika 8:** Lanene tkanine *na vutljak* i *prebor u zev* s potkom: a) svila u *preboru*, b) mercerizirani konac u *preboru*

#### 4. Zaključak

Nošnje stanovnika osam sela Sunjske Posavine i mjesta Sunja karakteristične su, među ostalim, po karakterističnom načinu ručnog tradicijskog tkanja pri čemu su korišteni sirovi lan, bijela svila i bijeli mercerizirani pamučni konac. Važno je napomenuti da su uspješno sačuvani originalni primjerci nošnji s početka dvadesetog stoljeća, koji zbog načina korištenja nisu zaprljani, pa nikad nisu ni prani, niti čišćeni ikakvim sredstvom [8, 9]. Do sada je obavljen dio istraživanja, a uočene karakteristične tehnike i korišteni materijali dodatni su poticaj za sveobuhvatno istraživanje, poticaj i izazov lokalnom stanovništvu za očuvanje tradicijske baštine i mogućnost izrade vjernih replika originalnih predložaka.

#### Literatura

- [1] Knezić, Ž.; Kovačević, S.; Penava, Ž.: Ručno tkanje – Nit održanja tradicije u Hrvatskoj // 4. međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje *Tekstilna znanost i gospodarstvo* / Penava, Ž.; Ujević D. (ur.), str. 97-100, ISBN 978-953-7105-39-6, Zagreb, siječanj 2011., Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, 2011.
- [2] Knezić, Ž.: Ručno tkanje – umijeće koje nestaje, stručni časopis *Nit*, Vol. 1 (1994) 1, 15–17
- [3] Knezić, Ž.: Ručni radovi, duh tradicije sunjskog podneblja, *Zrin*, časopis za povijesna, kulturna i gospodarska pitanja Hrvatskog Pounja, 7 (1994) 1, 47-48
- [4] Kovačević, S.: Ručno tkanje, stručna knjiga, Centar za kreativne alternative & Prometej Zagreb, ISBN: 953-6460-37-8, Zagreb, (2003),

- [5] Knezić, Ž.; Kovačević, S.; Saraf A.: Prilog očuvanju tradicije ručnog tkanja u dijelu Sisačko-moslavačke županije // 5. međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje tekstilna znanost i gospodarstvo / Penava Željko (ur.), str. 95-98, ISSN 1847-2877 Zagreb, Hrvatska, 26. siječnja 2012., Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, 2012.
- [6] Knezić, Ž.: Zapisi usmene predaje, razgovora s Agatom Marić, Jelicom Knezić i Slavicom Knezić iz Graduse Posavske, te Katicom Kuzmanović iz Grede Sunjske. Zabilježeno krajem XX stoljeća
- [7] Jurić, M.: *Uzgoj lana*, Nakladni zavod Hrvatske redakcija ministarstva industrije i rudarstva NRH odjel za stručno školstvo, Zagreb, 1947.
- [8] Knezić, Ž.; Kovačević, S.; Knezić, A.: Revitalizacija tradicijskog ručnog tkanja u Republici Hrvatskoj, *Tekstil*, **61** 2012. 7-12, 352-355, ISSN 0492-5882
- [9] Čollakaj Gallapeni, A.; Firšt – Rogale, S.; Knezić, Ž.; Bogović, S.: Analiza izrade replike bluze ženske moslavačke nošnje, *Tekstil*, **66** 2017, 3-4, 74-82, ISSN 0492-5882

## Zahvala

Zahvaljujemo se na suradnji članicama i članovima udruga: *Sunjanka Sunja*, *Hrvatska žena Sunja*, *Gredske sneje* Greda Sunjska, *Udruga slijepih SMŽ Sisak*, te svima u firmama *Unitas d.d. – Tvornica konca Zagreb*, *Tvornica tekstila Trgovišće d.o.o. Veliko Trgovišće*, *Regeneracija d.o.o. Zabok*, *Čateks d.o.o. Čakovec*

## Autori:

Doc. dr. sc. Željko KNEZIĆ  
Tekstilno-tehnološki fakultet,  
Prilaz baruna Filipovića 28a, Zagreb  
Tel: : ++385 99 22 50 155

Fax: : ++385 1 37-12-533

E-mail: [zeljko.knezic@tff.hr](mailto:zeljko.knezic@tff.hr)

Izv. Prof. dr.sc. Željko PENAVALA  
Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, Zagreb  
Tel: ++385 1 37-12-576

Fax: ++385 1 37-12-533

E-mail: [zeljko.penava@tff.hr](mailto:zeljko.penava@tff.hr)

Ana Knezić, viši dizajner  
Regeneracija d.o.o. Zabok  
Prilaz dr Franje Tuđmana, Zabok  
Tel: +385 99 3366841

E-mail: [ana.knezic@yahoo.com](mailto:ana.knezic@yahoo.com)

Agata Knezić, mag. iur  
Ivana Broza 44, Zagreb  
Tel: +385 99 6992385

E-mail: [knezic\\_aga@yahoo.com](mailto:knezic_aga@yahoo.com)

## OD KREIRANJA UZORAKA ZA TEKSTIL DO REALIZACIJE TEKSTILNIH PROIZVODA U OKVIRU NASTAVNOG PROCESA

### FROM CREATING TEXTILE PATTERNS TO THE REALIZATION OF TEXTILE PRODUCTS IN THE FRAMEWORK OF A TEACHING PROCESS

Andrea PAVETIĆ

**Sažetak:** Radom se prezentira proces rješavanja zadatka „Od kreiranja uzoraka za tekstilne torbe do realizacije, prezentacije i prodaje funkcionalnog, estetski, ekološki i cjenovno prihvatljivog proizvoda“ koji su rješavali studenti kroz nastavne i vannastavne aktivnosti u okviru predmeta Kreiranje tekstila IIIA. Prezentiranim procesom želi se ukazati na prednosti usvajanja dizajnerskih kompetencija kroz nastavne procese temeljene na praktičnom radu, tijekom kojih studenti povezuju znanja i vještine iz umjetničkog, tehničkog i društveno-humanističkog područja.

**Abstract:** The paper deals with the process of solving the task „From creating patterns for textile bags to the realization, presentation and sale of functional, aesthetic, ecologically and cost-effective products“. These tasks were resolved by students through curricular and extracurricular activities within the course “Creativity in textiles IIIA”. The aim of this process is to point out the advantages of adopting design competencies through teaching processes based on practical work during which students connect knowledge and skills from artistic, technical and socio-humanistic areas.

**Ključne riječi:** kreiranje uzoraka, tekstilne torbe, realizacija proizvoda, prezentacija proizvoda, nastavni proces

**Keywords:** creating patterns, textile bags, realization of products, presentation of products, teaching process

#### 1. Uvod

Radom se prezentira proces rješavanja zadatka „Od kreiranja uzoraka za tekstilne torbe do realizacije, prezentacije i prodaje funkcionalnog, estetski, ekološki i cjenovno prihvatljivog proizvoda“ kojeg su rješavali studenti koji su predmet Kreiranje tekstila IIIA slušali u ljetnom semestru akademske godine 2016./2017. na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu. Predmet Kreiranje tekstila IIIA je redovni predmet druge godine preddiplomskog studija Tekstilni i modni dizajn, smjer Dizajn tekstila, čija je nositeljica te akademske godine bila izv. prof. art. Andrea Pavetić. Zadatak su rješavali studenti koji su predmet Kreiranje tekstila IIIA slušali kao redovni predmet i studenti koji su isti predmet slušali kao izborni predmet - studenti preddiplomskog studija Tekstilni i modni dizajn, smjera Modni dizajn sa Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta, te studenti s dvije sastavnice Sveučilišta u Zagrebu: Arhitektonskog fakulteta Studija dizajna i Akademije dramske umjetnosti. Ukupno je u procesu rješavanja ovog zadatka sudjelovalo dvadeset četvero studenata.

Specifičnost navedenog zadatka je što je njime nastavna aktivnost predviđena opisom predmeta - kreiranje uzoraka za tekstil, bila proširena vannastavnim aktivnostima - realizacijom i prezentacijom tekstilnog proizvoda. Razlog proširivanja zadatka vannastavnim aktivnostima je što u sadašnjem studijskom programu, kroz opise predmeta, nije naglašena horizontalna povezanost i vertikalna sljednost predmeta iz umjetničkog, tehničkog i društveno-humanističkog područja koja bi rezultirala procesom usvajanja dizajnerskih kompetencija kroz praktični rad tijekom kojeg bi studenti idejna rješenja nastala u okviru predmeta iz umjetničkog područja realizirali kao tekstilne proizvode. Iz tog razloga nositelji predmeta iz umjetničkog područja nastoje, u dogovoru s nastavnicima iz drugih područja, proširiti opisom predmeta predviđene aktivnosti vannastavnim aktivnostima kako bi studenti, kroz praktičan rad, mogli osvijestiti ljepotu i složenost interdisciplinarnog promišljanja i djelovanja dizajnera na putu od ideje do realizacije, prezentacije, pa i prodaje tekstilnih proizvoda. Primjer rješavanja jednog takvog zadatka opisan je u nastavku.

#### 2. Eksperimentalni dio

U trenutku kada je odlučeno da će osnovni zadatak koji studenti trebaju riješiti u okviru predmeta, a to je kreiranje uzoraka za tekstil, biti proširen realizacijom proizvoda i njihovom prezentacijom na izložbi, bilo je

nužno odabrati odgovarajući motiv i uskladiti ga s vrstom tekstilnog proizvoda za koji će on biti kreiran obzirom na mogućnost realizacije proizvoda, planirano izlaganje i potencijalne potrošače, uz uvjet da se rješavanjem postavljenog zadatka ispune ciljevi predmeta i ishodi učenja na razini predmeta i programa u okviru kojeg se predmet sluša. Sukladno navedenim parametrima za motiv su odabrani inicijali, a za tekstilni predmet torba. Inicijali kao motiv – slova koja se nalaze na početku odlomaka tekstova, a koja su u likovnom smislu posebno istaknuta svojim vizualnim obilježjima kao što su boja, način prikazivanja, ukrašavanja, veličina i slično - odabrani su jer omogućavaju svakom studentu uključenom u zadatak da u kreativnom procesu iskaže svoju individualnost, kreativnost i originalnost u skladu s dosegnutim stupnjem razvoja likovnosti i vještine likovnog izražavanja u procesu bilježenja idejnih rješenja korištenjem crtača i slikarskih likovnih tehnika, odnosno u slučaju studenata Sveučilišta u Zagrebu Akademije dramske umjetnosti, korištenjem medija fotografije (Slika 1). Osim toga, inicijali kao motiv pružaju univerzalnu mogućnost značenjske, simboličke i vizualne identifikacije vrlo različitim skupinama potencijalnih potrošača, što je također bilo važno obzirom da je planirana prodaja proizvoda. Boja motiva – crna neboja, bila je određena kako bi se omogućilo stvaranje vizualne cjelovitosti različitih likovnih rješenja, obzirom da je planirana prezentacija rezultata rada u formi izložbe.



**Slika 1:** Fotografije prostornih crteža načinjenih svjetlom Mladena Stanića otisnute na tekstilne torbe

Tekstilna torba bila je odabrana kao upotrební predmet koji će biti realiziran jer, iz pozicije zadovoljavanja postavljenih parametara zadatka, ima brojne prednosti i kojeg studenti s različitim razinama ovladanosti vještinama struke mogu samostalno realizirati. To je funkcionalan, trajan, ekološki prihvatljiv tekstilni proizvod koji se jednostavno održava, koji je lagan i zauzima malo prostora, koji je cjenovno prihvatljiv radi materijala od kojeg je izrađen i radi jednostavnosti procesa realizacije. Obzirom na sve navedene karakteristike to je proizvod koji može zadovoljiti ne samo svoje primarne korisnike – njihove autore, već i vrlo širok krug potrošača koji unutar različitih autorskih obrada zadanog motiva mogu pronaći njima estetski privlačna rješenja.

Nakon što su definirani motiv uzorka i vrsta tekstilnog proizvoda za koji će on biti kreiran, studenti su tijekom prezentacije [1] i putem literature [2], [3] bili upoznati s ključnim pojmovima vezanim uz zadatak na teoretskoj razini i kroz likovnu analizu niza ciljano odabranih, vrlo različitijih vizualnih primjera inicijala i oblikovanja slova, te tekstilnih torbi na kojima su isti otisnuti, kroz koje su im objašnjeni principi i mogućnosti rješavanja zadatka. Potom je studentima definiran i detaljno objašnjen zadatak koji trebaju riješiti, ciljevi zadatka, ishodi učenja kojima zadatak doprinosi, te način vrednovanja rezultata rada. Nakon toga studenti su proveli samostalno, individualno istraživanje s ciljem pronalazjenja izvora inspiracije za kreiranje uzoraka za tekstil. U prvoj fazi rješavanja zadatka svaki student je trebao zabilježiti što više različitih rješenja koja su individualno analizirana uz naglašavanje kvalitete, nedostataka i mogućih poboljšanja svakog od predloženih likovnih rješenja. Nakon što su studenti proveli korekcije ponovno je provedena analiza svih rješenja svakog studenta s ciljem odabira likovno i estetski najkvalitetnijeg, koji je istovremeno trebao biti usklađen sa zadatkom definiranim parametrima. Svaki student je potom svoje odabrano rješenje razradio kroz seriju radova. Iz svake serije, temeljem likovne analize, bila su izdvojena dva uzorka koja će biti otisnuta na torbe. Na razini grupe analizirana su ona likovna rješenja čija analiza je mogla doprinijeti kvalitetnijem rješavanju zadatka svih studenata.

Tijekom opisanog procesa kreiranja uzoraka za tekstil, primarno kroz individualan mentorski rad, kod studenta su na metodološki osmišljen način razvijane: likovnost, estetska osjetljivost, vizualna percepcija i opažaj, kreativnost, individualnost, originalnost i inovativnost u likovnom izrazu, likovni jezik i govor, vještina odabira i korištenja likovnih tehnika, likovnih i kompozicijskih elemenata, sposobnost likovnog izražavanja, sposobnost likovne analize, kritički i analitički stav prema vlastitom radu, samostalno učenje i usvajanja novih znanja i

vještina, te svijest o nužnosti interdisciplinarnog dizajnerskog promišljanja, te poštivanje zadatkom definiranih ciljeva, parametara i ograničenja u cilju kreiranja kvalitetnih likovnih rješenja.

Obzirom da su uzorci koje su studenti kreirali trebali biti otisnuti na tekstilne torbe ranije navedenih karakteristika, istražila se ponuda istih na tržištu, no zaključeno je da one koje su cjenovno prihvatljive nisu zadovoljavajuće obzirom na veličinom, duljinu ručki i kvalitetu materijala od kojih su izrađene, te je odlučeno da ćemo torbe sašiti sami, vodeći pri tome računa da cjenovno približno odgovaraju ponudi torbi na tržištu.

Tkanina za izradu torbe trebala je zadovoljiti više kriterija: da je izrađena od nebijeljenog, nebojadanog pamuka, da ima subjektivno procijenjen, zadovoljavajući stupanj čvrstoće obzirom na namjenu i istovremeno šivanje do 7 slojeva tkanine na univerzalnom šivačem stroju, da njezina površina omogućava visoku kvalitetu otiska, da je cjenovno što povoljnija i da je na temelju subjektivnog vizualnog i taktilnog doživljaja prihvatljiva. Upit je upućen gospođi Bernardi Pintarić, voditeljici Odjela dizajna tvrtke Čateks d.d. iz Čakovca, iz dva razloga. Prvi je želja da tkanina od koje će biti izrađena torba bude hrvatski proizvod čime se kod studenta stvara svijest o važnosti suradnje s domaćim proizvođačima prilikom realizacije projekata s ciljem poticanja domaće proizvodnje kroz korištenje hrvatskih proizvoda, čime se doprinosi razvoju hrvatskog gospodarstva čiji će studenti postati dio po završetku studija. Drugi razlog je bio što je s tom tvrtkom već bila uspostavljena izuzetno kvalitetna suradnja na realizaciji projekta Richter 100<sup>1</sup>. Mogućnost slobodnog odabira proizvođača tkanine proizašao je iz činjenice da su studenti trebali pokriti trošak iste, jer realizacija proizvoda nije predviđena opisom predmeta. Na uzorku traženih karakteristika ispitana je kvaliteta otiska. Obzirom da je probni otisak bio visoke kvalitete, od tvrtke Čateks d.d. kupljena je pamučna tkanina težine 125 gr/m<sup>2</sup>, izrađena u keper vezu, širine 160 cm, tvorničkog naziva Katrin kuhani u količini izračunatoj na temelju širine tkanine, dimenzija krojnih dijelova i željene količine torbi.

Forma i dimenzije torbe određeni su funkcijom koju su odredili njezini primarni korisnici – studenti Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta koji su željeli izraditi torbu za nošenje likovne mape A3 formata. Prilikom izrade kroja vodilo se računa da se mapu može lagano staviti u torbu i nakon što se njezine dimenzije od 47 x 41 cm promijene kao posljedica skupljanja tkanine tijekom procesa njege proizvoda. Dužina ručki od 77 cm i širina ručki od 5 cm također su prilagođene navedenoj funkciji torbe (Slika 2).



**Slika 2:** Forma i dimenzije torbe određeni su funkcijom

U skladu sa željenom funkcijom, formom i estetikom načinjen je kraj torbe, određena je boja konca - identična boji tkanine, određeno je mjesto prošivanja poruba i ručki, te mjesto i način našivanja ručki. Kraj

<sup>1</sup> Projekt Richter 100 realiziran je u kroz suradnju Muzeja suvremene umjetnosti u Zagrebu, Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta i tvrtke Čateks d.d., Čakovec, kao dio popratnog programa izložbe „Buntovnik s vizijom – retrospektivna izložba Vjenceslava Richtera“ koja je održana u vremenskom periodu od 10. listopada do 10. prosinca 2017. godine u Muzeju suvremene umjetnosti u Zagrebu.

torbe sastojao se od dva dijela. Prvi krojni dio, pravokutnog oblika, dimenzija 106 x 43 cm objedinio je prednji i zadnji dio torbe čime je izbjegnuta šav na dnu torbe i ostvarena je ušteda tkanine, konca i vremena šivanja.

Drugi krojni dio, pravokutnog oblika, dimenzija 90 x 12 cm bio je načinjen za ručke torbe. U krojne dijelove bili su uključeni šavni dodaci i porub torbe. Krojni dijelovi postavljeni su na slojeve tkanine sukladno smjeru osnove i potke, odnosno smjeru istezanja tkanine obzirom na vez, i to na način da se postigne maksimalna iskoristivosti tkanine i minimalizacija otpada. Izradu kroja i proces krojenja tkanine obavila je izv. prof. art. Andrea Pavetić. Odabir odgovarajuće vrste konca, igli za strojno šivanje i odgovarajućih strojeva za šivanje, te tehnološke procese šivanja, međufaznog i završnog glačanja izvršila je stručna suradnica Zavoda za dizajn tekstila i odjeće Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta dipl. ing. Đurđica Kocijančić. Krojenje, šivanje i glačanje realizirani su u prostoru i na opremi Tehnološkog laboratorija za procese odjevnih tehnologija na Zavoda za odjevenu tehnologiju Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta.

Obzirom da je svaki od studenta trebao otisnuti dva kreirana uzorka, kao najprihvatljivija tehnika tiska na tekstilne torbe odabrana je tehnika digitalnog tiska. Tisak i fiksiranje otiska realizirani su na opremi Zavoda za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta u suradnji s izv. prof. dr. sc. Martiniom Irom Glogar koja je studentima održala predavanje i prezentaciju vezanu uz tehniku digitalnog tiska, sitotiska i bubrečeg tiska i dala im je upute kako kreirane uzorke načinjene različitim tehnikama računalno pripremiti za digitalni tisak. Tisak je realiziran na način da je na jednu stranu torbe otisnut odabrani kreirani uzorak, a na drugu stranu logotip Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta na način kako je to unaprijed bilo dogovoreno obzirom na veličinu i smještaj otisnutih elemenata (Slika 3).



**Slika 3:** Veličina i smještaj otisnutih elemenata

Logotip Fakulteta otisnut je na torbe jer je cjelokupni proces od ideje do realizacije gotovog proizvoda proveden na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu. Time se željelo kod studenata osvijestiti važnost jasnog vizualnog komuniciranja ove vrste informacija prema široj javnosti.

### 3. Rezultati i rasprava

Zadnje dvije faze postavljenog zadatka čine prezentacija i prodaja proizvoda. Obje aktivnosti planirane su u prostoru TTF galerije u ožujku 2018. godine. Planiranom izložbom se željelo studentima osvijestiti važnost, smisao i mogućnosti prezentacije rada dizajnera javnosti, te potreba pravovremenog planiranja mjesta, vremena, oblika i načina prezentacije. Obzirom da se izložba organizira prvenstveno s ciljem edukacije studenata, na izložbi će biti prezentirani rezultati rada svih studenata kako bi na taj način studenti mogli samostalno i kritički kontekstualizirati, komparirati i vrednovati vlastiti rad (Slika 4).



a.



b.



c.





d.



e.



f.

**Slika 4:** Crteži studentica rađeni crtačim i slikarskim tehnikama otisnuti na tekstilne torbe a) Josipa Marjančević, b) Ema Dasović, c) Mihaela Bodrožić, d) Felicita Glavaš, e) Mirna Aržić, f) Anđela Lovrić

Osim rezultata rada studenata koji su rješavali postavljeni zadatak, na izložbi će bit prezentiran završni rad studentice Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta Emily Šigir [4] i to tekstualni dio završnog rada, likovna mapa koja se sastoji od 15 crteža (Slika 5) i 5 tekstilnih torbi na kojima je otisnuto pet crteža. Razlog uključivanja završnog rada u izložbu je što se rad tematski preklapa s postavljenim zadatkom, čime se studentima, kojima tek predstoji pisanje završnog rada, omogućava uvid u cjelovitiji pristup razradi teme. Završni rad pod nazivom „Idejna rješenja inicijala inspirirana prirodom namijenjena tisku na tekstilne predmete“, izrađen je pod mentorstvom izv. prof. art. Andree Pavetić i obranjen dana 21. 9. 2017. godine.



**Slika 5:** Četiri crteža studentice Emily Šigir iz likovne mape završnog rada rađeni crtačom tehnikom

Planirana prodaja proizvoda, tekstilnih torbi na kojima su otisnuti crteži studenata, trebala je uslijediti na kraju izložbe. Obzirom da je svaki student trebao realizirati dvije torbe, planirano je da jednu torbu studenti ostave sebi, a drugu ponude na prodaju i to ne samo kako bi vratili sredstva uložena u kupovinu tkanine za torbe i ostvarili malu dobit, nego kako bi čin prodaje shvatili kao način dobivanja informacije o tome kako potrošači prihvaćaju njihov proizvod, tj. kao metodu valorizacije funkcionalne, kvalitativne, estetske i cjenovne prihvatljivosti, a time i uspješnosti svog proizvoda. Mikro tržište bi u ovom slučaju činili djelatnici i studenti Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta. Iz tog razloga razgovaralo se o nužnosti deklariranja tekstilnih proizvoda i podacima koji bi se morali, odnosno za koje bi bilo poželjno da se nalaze na privjesnici, o elementima na temelju kojih se određuje cijena proizvoda, te o realizaciji prodaje u konkretnom slučaju posredstvom prve zadruga studenata na Sveučilištu u Zagrebu, zadruga studenata Tekstilno-tehnološkog fakulteta Fabric8 co-op, s čijim radom bi se na taj način studenti mogli detaljnije upoznati.

#### 4. Zaključci

Prezentirani princip rješavanja zadatka temelji se na procesu usvajanja dizajnerskih kompetencija kroz praktični rad tijekom kojeg se studenti osposobljavaju za ovladavanje procesom interdisciplinarnog promišljanja i djelovanja dizajnera na složenom putu od ideje do realizacije, prezentacije, pa i prodaje proizvoda, povezujući znanja i vještine iz umjetničkog, tehničkog i društveno-humanističkog područja. Opisani princip proveden je, sukladno objektivnim okolnostima, kroz realizaciju čitavog niza zadataka koje su sa studentima, proširujući nastavne aktivnosti vannastavnim aktivnostima, proveli nastavnici Sveučilišta u

Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta, nositelji kolegija iz umjetničkog područja, kroz suradnju s nastavnicima iz tehničkog i društveno-humanističkog područja, gospodarstvenicima, ustanovama u kulturi i drugim sastavnicama Sveučilišta.

Obzirom da se prezentirani princip usvajanja dizajnerskih kompetencija kroz višegodišnju praksu pokazao uspješnim, jer su postignuti rezultati uvijek bili vrlo pozitivno vrednovani kako od strane struke, tako i od strane studenata, isti bi mogao poslužiti kao moguća smjernica u pisanju elaborata novog studijskog programa tekstilnog i modnog dizajna u umjetničkom području na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu. Koncept nastave utemeljen na ovom principu zahtijevao bi povezivanje i usklađivanje sadržaja, ciljeva i ishoda učenja svih predmeta programa i to ne samo prilikom njegovog pisanja, već kontinuirano, tijekom njegovog izvođenja, kroz planiranje, komunikaciju, dogovor i suradnju nastavnika iz svih navedenih područja. Procesi rješavanja metodološki pomno osmišljenih dizajnerskih zadataka, prilagođenih svakoj pojedinoj generaciji studenata, usmjereni ka ostvarivanju ciljeva i ishoda učenja kako na razini predmeta, tako i na razini programa, odvijali bi se u dizajnerskim studijima i tehnološkim laboratorijima, kroz dobro osmišljenu i opisima predmeta definiranu, horizontalnu povezanost i vertikalnu sljednost predmeta, te suradnju s gospodarskim sektorom, drugim članicama akademske zajednice, dizajnerima, studentima drugih studija, lokalnom zajednicom, ustanovama u kulturi i klasterima. Na taj način bi studenti u okviru nastavnih aktivnosti, mogli kroz samostalan, mentorski vođen praktičan rad ovladati potrebnim znanjima i vještinama i spoznati svu ljepotu i složenost interdisciplinarnog promišljanja i djelovanja dizajnera na putu od ideje do realizacije, prezentacije i prodaje proizvoda.

## Literatura

- [1] Pavetić, A.: *Inicijal kao element kreiranja uzoraka za tekstilne torbe*, PowerPoint prezentacija korištena u nastavi na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu, Zagreb, (2017)
- [2] Patel, J.: *The tote bag*, Laurence King Publishing LTD, ISBN: 978-1-85669-730-9, London, United Kingdom, (2011)
- [3] Seddon, T.: *Draw your own fonts*, Ivy Press, ISBN: 978-1-908005-81-6, Lewes, East Sussex, United Kingdom, (2013)
- [4] Šigir, E.: *Idejna rješenja inicijala inspirirana prirodom namijenjena tisku na tekstilne predmete*, završni rad izrađen na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu pod mentorstvom izv. prof. art. A. Pavetić, obranjen dana 21.9.2017., str. 18, 20, 22, 24

## Zahvala

Zahvaljujem se na suradnji i pomoći u realizaciji tekstilnih torbi izv. prof. dr. sc. Martiniji Iri Glogar koja je studentima održala predavanje i prezentaciju vezanu uz tehniku digitalnog tiska, sitotiska i bubrećeg tiska, dala im je upute kako pripremiti kreirane uzorke za digitalni tisak, te je organizirala tisak kreiranih uzoraka i logotipa Fakulteta. Zahvaljujem se na suradnji i pomoći stručnoj suradnici dipl. ing. Đurđici Kocijančić na šivanju torbi i fotografijama realiziranih torbi koje su korištene u ovom radu.

## Autor:

Izv. prof. art. Andrea PAVETIĆ  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, 10 000 Zagreb  
Tel: +(385) (1) 37 12 548

E-mail: andrea.pavetic@ttf.hr



---

**RADIONICE**

---

**WORKSHOPS**

## OD RAZLIČITOG TIPA TIJELA DO RAZLIČITOG TIPA ODIJELA

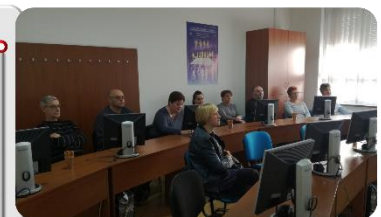
Projekt Hrvatske zaklade za znanost br. 3011:

### Primjena matematičkog modeliranja i inteligentnih algoritama pri konstrukciji odjeće (Application of mathematical modeling and intelligent algorithms in clothing construction)

Voditelj projekta: prof. dr. sc. Tomislav ROLICH

Suradnici: izv.prof. dr. sc. Slavenka PETRAK, Daniel DOMOVIĆ, mag. ing. comp., Maja MAHNIĆ NAGLIĆ, mag. ing. techn. text.

Glavni cilj projekta *Primjena matematičkog modeliranja i inteligentnih algoritama pri konstrukciji odjeće* je razvoj i unapređenje metoda računalne konstrukcijske pripreme. U okviru projekta provedeno je 3D skeniranje populacije u dobi od 20-40 godina te obrada i mjerenje računalnih modela tijela, pri čemu je utvrđen veći broj tjelesnih mjera. Postavljene su varijable koje opisuju oblik i držanje tjela te su na temelju statističke obrade podataka i dobivenih rezultata podjele uzorka u klustere postavljene metode za identifikaciju oblika figure i držanja tijela za mušku i žensku populaciju. Stečena znanja o obliku i morfologiji tijela primjenjena su u razvoju metoda konstrukcije odjeće po mjeri pri čemu je različitim postupcima razvijeno više različitih prototipova odjevnih predmeta specijalne namjene. Osmišljen je novi algoritam za automatsku izradu krojnih slika koji se temelji na rasterskoj aproksimaciji materijala, čime se postigla univerzalnost u mogućnosti primjene algoritma na različite vrste i oblike materijala i krojnih dijelova. Osmišljena su i poboljšanja GRID algoritma koji dodatno zbijaju prazan prostor u krojnoj slici i omogućuju uklapanje krojne slike s većim iskorištenjem materijala. U okviru radionice prikazani su rezultati postignuti u tri godine trajanja projekta. Na radionici je sudjelovalo 16 predstavnika iz industrije koji su iskazali veliki interes za prikazanim rezultatima, ukazujući time na primjenjivost razvijenih metoda i njihov značaj u poboljšanju procesa proizvodnje odjeće specijalnih namjena.



#### Autor(i):

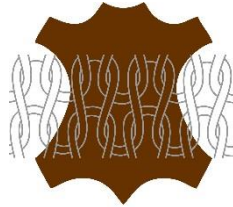
Prof.dr.sc. Tomislav ROLICH, izv.prof.dr.sc. Slavenka PETRAK, Daniel DOMOVIĆ, mag.ing.comp., Maja MAHNIĆ NAGLIĆ, mag.ing.techn.text.

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

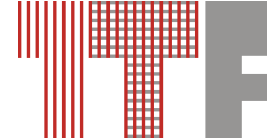
Prilaz baruna Filipovića 28a, Zagreb

e-mail: tomislav.rolich@tff.hr, slavenka.petrak@tff.hr, daniel.domovic@tff.hr, maja.mahnic@tff.hr

## Radionica "Izrada čarapa i termofiziološka svojstva plošnih proizvoda i obuće"



ComforMicrobTexFoot



Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet u suorganizaciji s Hrvatskim klasterom konkurentnosti industrije tekstila, kože i obuće održati će 11. znanstveno-stručno savjetovanje Tekstila znanost i gospodarstvo u sklopu kojeg će se održati radionica "Izrada čarapa i termofiziološka svojstva plošnih proizvoda i obuće". Na radionici će se ukratko prezentirati rad u CAD programu za dizajniranje čarapa, a kao primjer rada i mogućnosti čaraparskog automata tt. Lonati isplesti će se čarapa sa uzorkom. Na radionici će se prezentirati uređaji za ispitivanje termofizioloških svojstava plošnih proizvoda na tzv. „Vrućoj ploči“ (eng. Sweating Guarded Hot Plate) i obuće na modelu Termalnog stopala.

Vrućom pločom može se ispitati otpor prolaza topline i vodene pare kao objektivni parametri termofizioloških svojstava tekstilnih plošnih proizvoda, kože i kompozita. Na radionici će se na Vrućoj ploči pokazati ispitivanje različito obrađenih i dorađenih koža. Također će se pokazati ispitivanje otpornosti prolazu topline kao jednog od termofizioloških svojstava gotove obuće i čarapa na modelu Termalnom stopala.



Slika 1: Čaraparski automat



Slika 2: Vruća ploča (SGHP)



Slika 3: Model Termalnog stopala



---

**IZLOŽBA**

---

**EXHIBITION**

## „a shoe“

**Anita Zannotti Štulec**, već 25 godina dizajnira vrhunsku obuću pod modnom markom „a shoe“.

Karijeru je izgradila na temelju stručnog obrazovanja, koje je stekla u Srednjoj strukovnoj školi za tekstil, kožu i dizajn, u Zagrebu i usavršavanja na studiju dizajna obuće na TTF-u. Pristup dizajnu je individualan, usmjeren prema klijentu pa je svaki proizvod zapravo originalna postolarska umjetnina. Inspiraciju crpi iz zapažanja različitih specifičnih detalja u okruženju, ali iz modnih trendova koje prati odlascima na specijalizirane sajmove u inozemstvu.

U svom radu opredijelila se za korištenje isključivo vrhunskih prirodnih materijala, što njenom proizvodu jamči zavidnu kvalitetu. Proizvodi se izrađuju tradicionalnim tehnikama ručne izrade kako bi svaka operacija bila izvedena pod strogom kontrolom. Anita Zannotti Štulec jedan je od malobrojnih vrhunskih stručnjaka koji u svom studiju za dizajn obuće pruža mogućnost razvoja kolekcija modnih marki kolega dizajnera te pruža potpunu uslugu „*know how*“-a za razvoj privatnih modnih marki (PRIVAT LABEL).

# a shoo



handmade 25 years

mariceva 19 - tijađviceva 20 - zagreb - www.ashoo.net

a shoo



a shoo



a shoo



a shoo



<http://www.ashoo.net/>

## „Bags by Kristina“ KRISTINA FAZINIĆ

# BAGS

BY KRISTINA

---

Bags by Kristina torbe posljednje tri godine osvajaju ljubiteljice neobičnih i unikatnih detalja. Iza tog imena krije se hrvatska fotografkinja **Kristina Fazinić**, koja se nakon dugogodišnje fotografske karijere odlučila orijentirati na modni dizajn. Kako po prirodi posla uvijek primjećuje zanimljive detalje koji joj se sviđaju nastoji ih uvijekovječiti kamerom. Uz to, svjesna brojnih prekrasnih i neotkrivenih kutaka Hrvatske nastoji ih na neki način otrgnuti od patine zaborava. Tako je došla na ideju da spoji svoje dvije strasti - fotografiju i torbe! Njezine kožne torbe, osim funkcionalna dizajna, nude šarmantan pristup fotografiji koja se pojavljuju na torbama u posve neočekivanom kontekstu – kao detalj koji dodatno podiže svaki modni dodatak. Omiljeni su joj motivi more i kamen, no osim fotografiranja krajolika, voli snimati i detalje i svakodnevce.



<http://bagsbykristina.com/>





### BODYTRONIC® 100 (MediLogic®)

#### Opis proizvoda

Računalno vođen mjerni sustav Bodytronic 100 analizira statiku stopala precizno i brzo. Grafički prikaz kroz primjenu različitih boja pomaže detekciji različitih područja pritiska i olakšava interpretaciju. Dobiveni rezultati osiguravaju optimalno zbrinjavanje stopala ortopedskim ulošcima i cipelama.

Precizna i brza analiza individualnog statusa stopala – statička i dinamička.

Osigurava dijagnostičke preduvjete za modernu profesionalnu zdravstvenu zaštitu, tretman ozljeda i sportsku medicinu.



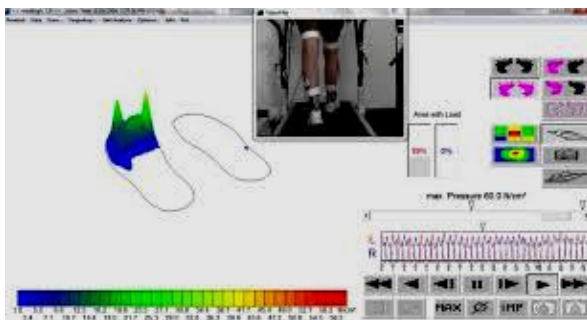
BODYTRONIC® 100 (MediLogic®) High-tech dijagnostika za optimalno zbrinjavanje stopala

#### Funkcija

Ovaj sustav kombinira najnoviju tehnologiju koristeći precizne mjerne metode uz jednostavnu primjenu. Bodytronic 100 koristi senzore za detekciju pritiska, kolektira ih i prenosi na spojeno računalo. Individualne zone i točke pritiska prikazuju se u grafičkoj formi na računalo. Pohranjeni podaci mogu se kasnije analizirati i uspoređivati.

#### Dizajn

Bodytronic 100 platforma dostupna je u dvije veličine: velika i mala. Bodytronic 100 FLEX insoles mjerni sustav pruža mjerenje točaka pritiska unutar obuće. Specifično mjerenje može se provesti sa samo nekoliko koraka. Oba sustava su jednostavna za mjerenje i osiguravaju brzo informaciju o statičkoj i dinamičkoj distribuciji pritiska ispod stopala.



#### Individualni proizvodi po mjeri

Svako stopalo je različito i funkcionira na različiti način, ponekad bolje ili lošije. Stajanje, hodanje i druge kretnje uzrokuju pritiske na stopala koji mogu rezultirati mehaničkim stresovima i drugim problemima, uključujući smanjenu mogućnost izvedbe. Bodytronic 100 pruža analizu individualnog stanja svakog stopala. Kroz optimalnu individualnu opskrbu ortopedskim ulošcima, moguće je korigirati lošu posturu, preuranjeni mišićni umor i postojeće nepravilne biomehaničke odnose.

## Primjena

Statička analiza i analiza hoda,  
Baza za opskrbu individualnim ulošcima i cipelama,  
Provođenje ortopedskog zbrinjavanja stopala,  
Terapija u sportu, medicini,  
Trening centri i demonstracije.



Predstavnica tvrtke Bauerfeind gđa. Marina Orešković Fumić; testiranje BodyTronic® 100 sustava za sudionike savjetovanja, u dijelu izloženog prostora 11. znanstveno-stručnom savjetovanju „Tekstilna znanost i gospodarstvo“ 24. siječnja 2018.

HR-31216 Antunovac  
Telefon: +385 (0)31 278 411  
Telefax: +385 (0)31 278 820  
mob: +385 (0)99 253 1718  
e-mail: [marina.oreskovic@bauerfeind.hr](mailto:marina.oreskovic@bauerfeind.hr)  
[www.bauerfeind.hr](http://www.bauerfeind.hr)

## „Bubaba“ APOLLO HR d.o.o.

„Bubaba“ je brend koji smo razvili u sklopu tvrtke Apollo HR, koja je prisutna na hrvatskom tržištu od 2004.godine, a bavi se veleprodajom igračaka i dječje opreme. Proizvodnja je smještena u Svetom Križu Začretje u Hrvatskom Zagorju i zapošljava 21 šivačicu, a sa svim drugim pratećim osobljem ima nas 42. Marka Bubaba posvećena je bebama i maloj djeci i za sada objedinjuje 144 različita proizvoda, od posteljina, madraca, dekica i vreća za spavanje, pelena i jastuka za dojenje, ručnika i ogrtača za kupanje do foteljica. Svaki artikl vrlo se pažljivo razvija od početne ideje, preko izrade probnih uzoraka i krojnih slika, sve do konačnog proizvoda i njegovog pakiranja. Šivamo isključivo vlastitu marku *Bubaba* i za nju koristimo visokokvalitetne materijale, većinom s evropskog tržišta koji, udovoljavaju svim potrebnim certifikatima. Redovito posjećujemo sajmove tekstila što nam omogućava praćenje novih ideja i trendova, ali i edukaciju u pogledu novih tkanina i njihovih primjena. Na najvećem evropskom sajmu opreme za djecu, KIND & JUGEND u Kelnu, smo već nekoliko godina izlagači, što nam je donijelo kupce iz Grčke, Bugarske, Malte, Italije, Bosne i Hercegovine, Kosova, Crne Gore, Francuske, Njemačke, Mađarske, Slovenije, Srbije, Rumunjske, pa čak i Libanona. Više od 80% cjelokupne proizvodnje namijenjeno je izvozu. Spremní smo na inovacije i svake godine razvijamo nekoliko novih proizvoda i usavršavamo postojeće. Prošla je godina po tome bila vrlo uspješna, jer smo izbacili na tržište devet novih proizvoda od kojih svakako moramo izdvojiti 10 dijelnu posteljinu čija se ogradica za krevetić sastoji od 5 dijelova koji se mogu kombinirati na razne načine i koristiti čak i izvan krevetića. Među prvima u Hrvatskoj počeli smo upotrebljavati *tencel*, materijal koji spada u najnoviju generaciju prirodnih tkanina izrađenih od celuloznih vlakana. Sve proizvodimo u Hrvatskoj i nastojimo u svoje potrebe uključiti što više domaćih kooperanata, pa se tako naša suradnja proteže preko cijelog Zagorja do Zagreba, preko Čakovca i Varaždina sve do Oriovca u Slavoniji. Ponosni smo što svake godine naša proizvodnja raste, zapošljava nove ljude, kupujemo nove strojeve i osvajamo nova tržišta. U sljedeće tri godine planiramo udvostručiti proizvodnju, proširiti asortiman proizvoda i time postati vodeći proizvođač i izvoznik dječjeg tekstila u Hrvatskoj.

Anera Banovec

dipl. ing tekst. tehnologije  
Voditelj proizvodnje



<http://www.bubaba.eu/hr/>

**„Froddo“ IVANČICA d.d.**



**Natural materials, chrome free,  
certified materials, commitment to quality,  
safe and healthy product.**



**froddo®**

froddo.com

## „GALEB“ d.d.



Osnovna djelatnost tvrtke Galeb d.d. je proizvodnja trikotažnih odjevnih predmeta: rublja, gornjih odjevnih predmeta, te spavaćeg programa.

Naš proizvodni program obuhvaća asortiman proizvoda za žene, muškarce i djecu. Proizvodi su pretežno izrađeni od prirodnih vlakana (pamuka), jedan dio je od prirodnih regeneriranih vlakana (micromodal) u kombinaciji s elastanskim vlaknima. S ponosom naglašavamo da kompletan proizvodni proces od pređe do gotovog odjevnog predmeta odrađujemo unutar vlastitog proizvodnog pogona.

### BUDUĆNOST U TEKSTILU

Galeb trikotaža razvija paletu specijalnih proizvoda namijenjenih različitim segmentima potrošača. Radi se o :

- Antialergijskom programu namijenjenom ljudima s problemima kožnih alergija i disfunkcijom pojedinih udova
- Funkcionalnom rublju, namijenjenog osobama koje rade u posebno teškim uvjetima kao što su vatrogasci, vojska, policija, kao i svi oni koji su na radnom mjestu izloženi niskim temperaturama ili velikim razlikama u temperaturama, u ovom segmentu Galeb je razvio 3 različita programa u rublju za žene i muškarce, odvlažujuće rublje, termoregulirajuće rublje, slabije gorivo i negorivo rublje.

### PROGRAM FUNKCIONALNOG DONJEG RUBLJA

**WET FREE FRESH** – proizvod za sportaše koji tijelu omogućuje da se slobodno znoji, te nastalu vlažnost brzo i u potpunosti prenose na vanjski odjevni predmet. Navedeni efekt onemogućuje nastanak neugodnih mirisa i razvoj bakterija.

**WET FREE WARM** - program koji polipropilenskim sirovinskim sastavom i strukturom vlakana koji oponašaju vunu dobivamo termoregulacijska i termoizolacijska svojstva koja tijelo na hladnom prostoru griju, a prilikom obavljanja raznih aktivnosti odvlažuju.

**ULTRA TERMO** – Proizvod sirovinskog sastava 60% merino vuna i 40% polipropilensko vlakno vunarskog tipa osigurava izvrsna termoregulacijska i svojstva odvlaživanja.

**ULTRA TERMO NATURAL** – Proizvod izrađen od mekog i laganog pletiva iz čiste fine merino vune, koja tijelu osigurava optimalnu temperaturu, te osjećaj ugone prilikom nošenja.

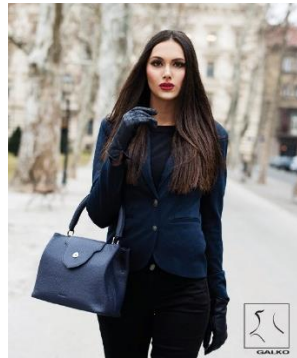
**FIRE STOP** – Spašava život! Program namijenjen svima koji dolaze u kontakt sa lako zapaljivim sredstvima. Proizvod u svojoj strukturi ima antistatička vlakna koja štite tijelo prilikom izloženosti plamenu, te u sirovinskom sastavu sadrži prirodna vlakna koja osiguravaju maksimalnu udobnost prilikom nošenja.

**FIRE STOP ULTRA** – Ovaj program rublja je zbog sirovine iz koje je izrađen praktički potpuno negoriv, uz to konstrukcijski je napravljen kao donje rublje visoke udobnosti.



## „GALKO“ d.o.o.

**Galko** je renomirana modna kuća u kojoj svakodnevno, spojem inovacija i ručne izrade, nastaju nove kolekcije torbi i modnih detalja. Neiscrpan izvor ideja svakodnevnica je **Galko** dizajnerskog tima i svaki doživljaj unesen je u igru kože i detalja, protkan koncem i završen u cjelinu. Elegancija u pokretu, osnovni je moto **Galko** proizvoda, a praktičnost i sklad osnovne su smjernice svake ideje. **Galko** punih 25 godina uz modne stvari i poslovne kolekcije načinjene od najfinije kože. Godišnje se rade dvije modne kolekcije proljeće/ljeto i jesen/zima te poslovna kolekcija. Fleksibilnost u proizvodnji i kupac koji je na prvom mjestu, garancija su kvalitete i konkurentnosti. **Galko** je za svoje vjerne kupce otvorio trgovine u Zagrebu i u Sisku, dok najnoviju ponudu **Galko** asortimana možete pronaći na web trgovini [www.galko.com](http://www.galko.com).



**GALKO d.o.o.**  
 mreža trgovina  
 Braće Babićev 43  
 47551 Nova B. Gorica  
 T +385 (0)44 319 440

**Zagreb**  
 Ružičica 22  
 10000 Zagreb  
 T +382 (0) 20 461

**multimedijalni štand**  
 UL 3. siječnja / Arhiva Braće B. 10  
 T +385 (0)44 633 349

**GALKOLEATHER**  
 internet trgovina  
[WWW.GALKO.COM](http://WWW.GALKO.COM)

**GALKO d.o.o.**  
 mreža trgovina  
 Braće Babićev 43  
 47551 Nova B. Gorica  
 T +385 (0)44 319 440

**Zagreb**  
 Ružičica 22  
 10000 Zagreb  
 T +382 (0) 20 461

**multimedijalni štand**  
 UL 3. siječnja / Arhiva Braće B. 10  
 T +385 (0)44 633 349

**GALKOLEATHER**  
 internet trgovina  
[WWW.GALKO.COM](http://WWW.GALKO.COM)

**GALKO d.o.o.**  
 mreža trgovina  
 Braće Babićev 43  
 47551 Nova B. Gorica  
 T +385 (0)44 319 440

**Zagreb**  
 Ružičica 22  
 10000 Zagreb  
 T +382 (0) 20 461

**multimedijalni štand**  
 UL 3. siječnja / Arhiva Braće B. 10  
 T +385 (0)44 633 349

**GALKOLEATHER**  
 internet trgovina  
[WWW.GALKO.COM](http://WWW.GALKO.COM)

**GALKO d.o.o.**  
 mreža trgovina  
 Braće Babićev 43  
 47551 Nova B. Gorica  
 T +385 (0)44 319 440

**Zagreb**  
 Ružičica 22  
 10000 Zagreb  
 T +382 (0) 20 461

**multimedijalni štand**  
 UL 3. siječnja / Arhiva Braće B. 10  
 T +385 (0)44 633 349

**GALKOLEATHER**  
 internet trgovina  
[WWW.GALKO.COM](http://WWW.GALKO.COM)

## „MOIRA“

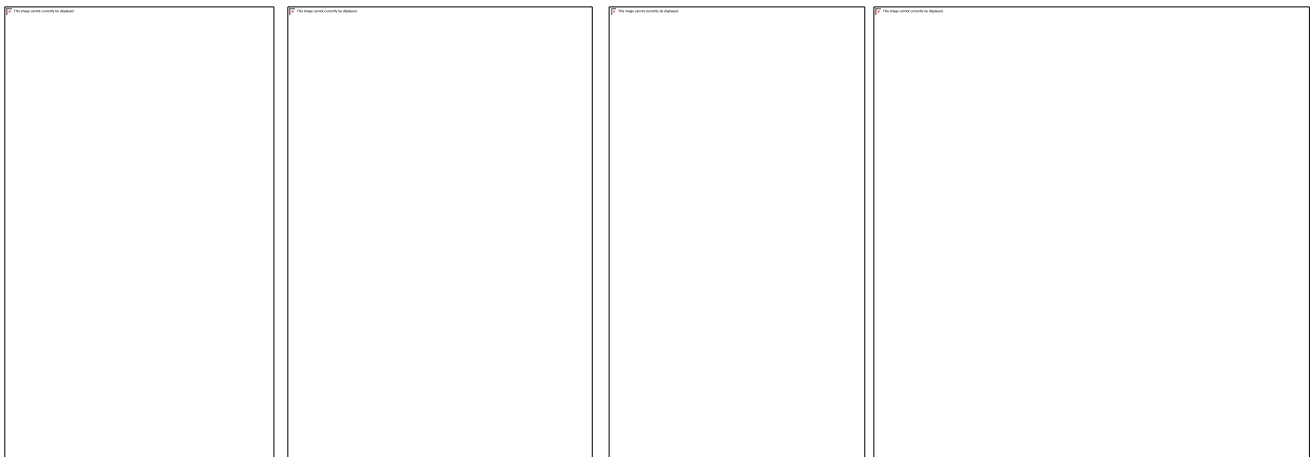


Obrt: **MOIRA** proizvodnja djeće, vlasnik Željko Prstačić  
Adresa: Ivana Gorana Kovačića 4, 35400 Nova Gradiška  
OIB:56393847030  
Kontakt: T 035 351 592; M 095 802 1913; e [ngmoira@gmail.com](mailto:ngmoira@gmail.com)

### O MOIRI

Prije trideset godina, 1988. godine, iz hobija i želje za stvaranjem i modeliranjem pletene odjeće razvio se obrt koji je kroz niz godina rada proizveo tisuće komada pletene odjeće. S radom se započelo na kućnom pletačem stroju Pfaff. Danas se u radionici nalaze četiri industrijska pletača stroja marke Stoll, industrijski parni stol za fiksiranje materijala te linija za šivanje i glačanje gotove robe. U radionici je zaposleno jedanaest osoba. Kroz sve godine rada naglasak je uvijek bio na kvaliteti materijala i kvaliteti izrade. Ispočetka smo koristili različita prediva vrhunske kvalitete koja je proizvodila tvornica „Pazinka“ iz Pazina. Nakon zatvaranja „Pazinke“ prediva nabavljamo iz Slovenije, Njemačke i Francuske. Sva prediva imaju certifikat kvalitete OekoTex100.

Naša odjeće može se pronaći u prodavaonicama u Hrvatskoj, a izvoz vršimo u Sloveniju i Bosnu i Hercegovinu. Danas su tržište prodaje i kupci veoma zahtjevni. „Sudaramo“ se na tržištu s robom sumnjive jeftine robe i upitne kvalitete zbog koje su kupci sve obazriviji i zahtjevniji. Nerijetko se kupci začude kada vide na robi i privjesnici da je roba proizvedena u Hrvatskoj.



## ”**ODJEĆA**“ d.o.o.

**Odjeća d.o.o.** formirana je kao udruženje obrtnika daleke 1942. godine u Zagrebu, Ilica 33. Tijekom postojanja udruženje obrtnika formiralo je društveno poduzeće koje je uspješno nastavilo rad. Od 1963. godine proizvodimo isključivo zaštitnu i službenu odjeću te uniforme. Od 1992. godine prelazimo u privatno vlasništvo



U vrijeme domovinskog rata bili smo jedan od najvećih dobavljača uniformi za MUP RH i MORH. Uprava Društva još se od daleke 1947. godine pa do danas nalazi u Zagrebu, Ilica 33. U Miljani kod Kumrovca nalazi se proizvodni pogon, a dućan maloprodaje nalazi se u Zagrebu, Ilica 87. Tijekom više od pola stoljeća postojanja razvili smo i usavršili više od 600 modela zaštitne i službene odjeće. Naša misija je daljnji razvoj postojećih proizvoda i usavršavanje u specifičnim vrstama i programima zaštitne odjeće. To su suvremeni proizvodi od negorivih materijala koji pružaju veći stupanj zaštite, kao i proizvodi od laminiranih materijala (vodo i vjetro nepropusnih), koji pružaju veću udobnost i kvalitetu zaštite.



*Odjeća d.o.o., kao hrvatski lider u proizvodnji zaštitne te službene odjeće i uniformi, postala je sinonim kvalitete i pouzdanosti, zbog konstantnog unapređivanja kakvoće proizvoda. Naši se odnosi unutar same tvrtke temelje na predanom i poštenom radu, ali i na povjerenju, razumijevanju i međusobnom poštivanju zaposlenika, što svakako doprinosi kvalitetnom timskom radu.*

Stoga nastojimo pravovremeno prepoznati potrebe naših krajnjih korisnika, kako bismo našim kupcima ponudili čim kvalitetniji i pouzdaniji proizvod.



## SPLENDOR „Tekstil“ d.o.o.



**SPLENDOR  
TEKSTIL**

### SPLENDOR tekstil d.o.o.

Petrovaradinska 1 a, 10 000 Zagreb

Tel: +385(0)1 3872 192

Fax: +385(0)1 3861021

[www.splendor-tekstil.hr](http://www.splendor-tekstil.hr)

info@splendor-tekstil.hr

OIB 45005463104

Tvrtka Splendor tekstil osnovana je 1999. godine u 100% privatnom vlasništvu. Zapošljavamo 48 djelatnika. Izuzetno smo ponosni što smo licencirani partner internacionalne kompanije W.L.Gore&Associates GmbH, te smo kao takvi postali jedinstveni u regiji za proizvodnju visokokvalitetne vodonepropusne i vjetronepropusne Gore-tex® i Windstopper® odjeće, pridruživši se trendu stalnog podizanja kvalitete usluga i dobara. Već desetak godina upravljamo kvalitetom sukladno standardu ISO 9001:2015. Zahvaljujući vrhunskim materijalima izrade, kao i promišljenom dizajnu i najmodernije opremljenom proizvodnom pogonu u Klanjcu, svi naši proizvodi su potpuno vodonepropusni, a izuzetno prozračni - podržavaju normalno disanje tijela. Jednostavni su za održavanje i dugog vijeka trajanja. U svom asortimanu profesionalne odjeće nudimo isključivo visokokvalitetne proizvode:

**Uniforme** – različite Gore-tex® jakne i hlače, kao i Windstopper® jakne. Odabir materijala i dizajn ovisi o potrebama kupaca (vojska, policija, carina, gradske redarske službe, zaštitarske službe, pošta i dr.). Posebno pratimo najnovije trendove u području vojnih uniformi, gdje surađujemo s tvrtkom W.L.Gore&Associates GmbH na različitim europskim razvojnim projektima.



**Radno-zaštitna odjeća** – nudimo radno-zaštitna Gore-tex® odijela sukladno potrebama kupaca kao što su šumarski radnici, radnici vodovoda i sličnih komunalnih službi, a za potrebe naftnih postrojenja, plinskih postrojenja, dalekovoda i sličnih električarskih postrojenja možemo ponuditi svoj najnoviji proizvod – odijelo ZONE 1.



Odijelo ZONE 1 namijenjeno je za radnike na otvorenom, koji su izloženi složenim rizicima: kiša, statički elektricitet, toplina i ograničeno širenje plamena, prodor tekućih kemikalija, toplinski učinak električnog luka.

Za sektor prometa nudimo različita radno-zaštitna Gore-tex® odijela visoke vidljivosti, a za potrebe radnika željeznica vrlo specifična odijela visoke vidljivosti izrađena od posebnih materijala koji su izuzetno pogodni za radna mjesta izložena najvećim zaprljanjima kao što su grafitna prašina, masti i sl.

Svaki od svojih proizvoda možemo upotpuniti profesionalnom vodonepropusnom obućom odgovarajućeg stupnja zaštite, svjetski poznatog proizvođača Haix-Schuhe GmbH čiji smo prodajni predstavnik za Hrvatsku. Haix je najveći hrvatski proizvođač obuće s proizvodnim pogonom u Maloj Subotici kraj Čakovca.

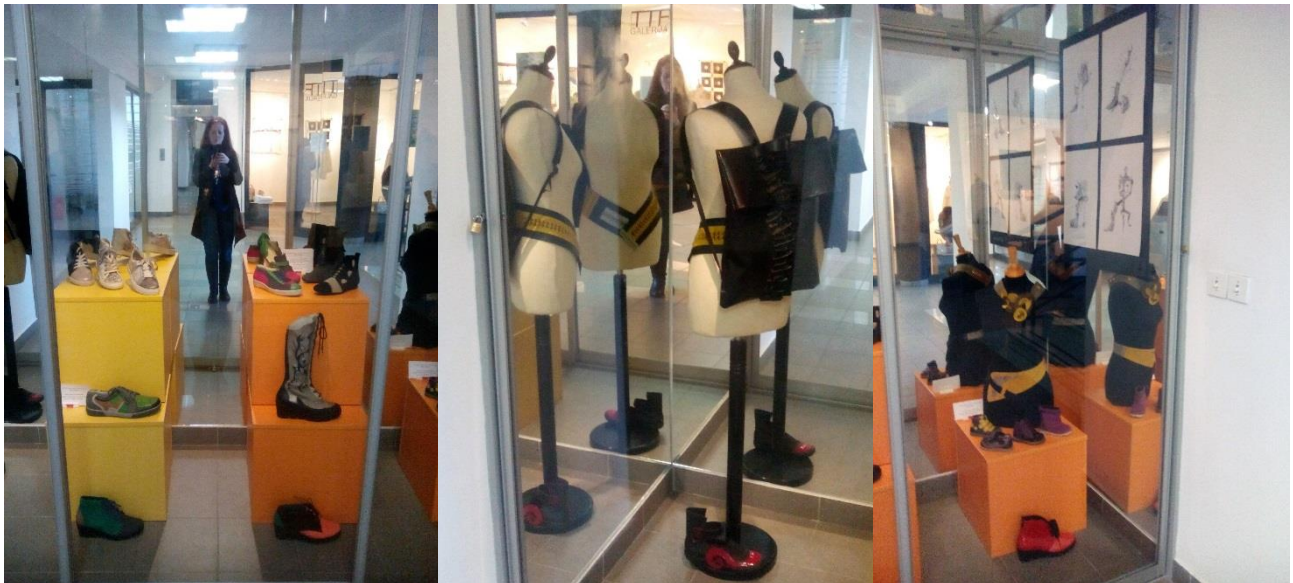
## Izložba studentskih radova smjera „Dizajn obuće“ Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno – tehnološkog fakulteta Studij u Varaždinu

Izloženi uzorci modela obuće i modnih dodatka nastali su tijekom redovite nastave u sklopu kolegija Dizajn proizvoda od kože, Likovno oblikovanje obuće, Stručna praksa i Završnog rada.

**Studenti koji su sudjelovali na izložbi:** Erik Bračko, Anja Bajuk Hampamer, Ida Leskošek, Marsel Pongrac, Lucija Valent, Lucija Šarić, Patricija Milovac, Jelena Vidaček, Samuel Vuk, Lana Pleško, Mia Makšan, Natalija Varga Minić, Marina Kišić, Tea Krišković, Karla Golub, Marina Azenić i Karolina Lazar,

**Mentor:** Suzana Kutnjak-Mravlinčić dipl. ing.

Uzorci modela dječje, ženske i muške obuće izrađeni su u tijekom stručne prakse u tvornicama obuće: MIDAL d.o.o. Varaždin, IVANČICA d.d. Ivanec, PROIZVODNJA PG d.o.o. Prelog i MOD-DIZ OBUĆA d.o.o. Varaždin.



## „ŠKOLA ZA MODU I DIZAJN“ Zagreb



## ŠKOLA ZA MODU I DIZAJN, ZAGREB

Predstavlja neke od radova nagrađenih učenika na državnom natjecanju „Dani odjeće, obuće i kožne galanterije 2017.“ u Požegi.

<p>Disciplina natjecanja: <b>Dizajn obuće i kožne galanterije</b>                  Tema: <b>Rubina kao inspiracija</b>                  3a</p>	<p>Disciplina natjecanja: <b>Kolekcija modnog dizajna</b>                  Tema: <b>Rubina</b>                  4a</p>
<p><b>Gabrijela Ruškan</b>                  Ženska poslovna torbica, mentor Hrvoje Tomljanović  <b>Ivana Domić</b>                  Ženska dnevna torba, mentor Hrvoje Tomljanović  <b>Anamarija Rajić</b>                  Ženske visoke cipele oglavak kroja, mentorica Marija Čališ  <b>Majda Mujičić</b>                  Ženske niske cipele, mentorica Marija Čališ</p>	<p><b>Nikolina Klarić</b>                  Kolekcija modnog dizajna, mentor Maja Mihalić</p>



## „TEKSTILNA TVORNICA TRGOVIŠĆE“ d.o.o.

Vođeni kvalitetom

Tvornica tekstila Trgovišće d.o.o.



utemeljeno 1924.

### Tradicija i kvaliteta proizvodnje

Tvornica tekstila Trgovišće je sinonim kvalitete tkanja stolnog i postelnog rublja gotovo jedno stoljeće.

Od 1924. godine razvijamo nove konstrukcije i dizajn proizvoda kojima opremamo luksuzne hotele i restorane na zahtjevnim tržištima Ujedinjenog Kraljevstva, Njemačke, Italije, Austrije, SAD-a i regije.

Naša misija je proizvodnja vrhunskog damasta, koji svaki prostor čini elegantnim i jedinstvenim, a Vašem gostu pruža doživljaj luksuza i zadovoljstva.

Kultura uređenosti stola i udobnost kreveta doprinose zadovoljstvu gosta, zbog čega naše proizvode možete vidjeti u najboljim hotelima i restoranima u svijetu.



### Kristalna čistoća bijelog damasta

Salvete, stolnjaci, nadstolnjaci i posteljina su naš stalni asortiman. Čistoća, mekoća i elegancija naših proizvoda, bijelog stolnog i postelnog asortimana, čine svaki prostor profinjenim koji pruža vrhunski doživljaj udobnosti.



Proizvodi TTT-a su nositelji oznake Hrvatske kvalitete

Dugotrajnost i postojanost prema RAL-GZ 992 certifikatu



Međunarodne nagrade i priznanja znak su konkurentnosti

### TTT u 2018. godini

- Suvremena tvornica u Velikom Trgovišću, 30km od Zagreba
- 80 zaposlenika na jednoj lokaciji u 4 smjene
- Vlastiti tim dizajnera, inženjera i tehnologa u proizvodnji i kontroli kvalitete
- Stalni asortiman i dodatne mogućnosti individualiziranih programa u kratkim rokovima
- Cjelokupna logistika i usluga za klijenta



### Lokacija i kontakt

Tvornica tekstila Trgovišće d.o.o.  
 Dr. Stanka Pinjuha 16  
 49214 Veliko Trgovišće, HR

tel.: +385 49 325 621  
 e-mail: [prodaja@ttt.hr](mailto:prodaja@ttt.hr)



### Naša tradicija i nasljedstvo

**1924.** Felix Pollak – Pameg osniva Tvornicu za pamučnu industriju d.d., podružnicu bečke tvrtke Hermann Pollak i sinovi.

**1964.** Promjena naziva u Tekstilni kombinat Zagreb.

**1993.** Nabava automatiziranih Sultzer i Grosse žakardnih strojeva.

**1998.** Nabava listovnih strojeva za tkanje postelnog rublja.

**2006.** Nabava novih modernih Picano/ strojeva.

**2008.** Preseljenje tvornice u Veliko Trgovišće i promjena naziva u Tvornica tekstila Trgovišće.

**2013.** Promjena vlasničke strukture, značajna ulaganja u proizvodnju i usmjerenost na izvozna tržišta.

**2017.** Promjena menadžmenta i korporativnog upravljanja, unapređenje efikasnosti poslovanja, kvalitete proizvoda i usluga.

