

tekstilec

10-12/2011 • vol. 54 • 209-280

ISSN 0351-3386

UDK 677 + 687 (05)



Časopisni svet/Publishing Council

Martin Kopač, Jože Smole GZS – ZTOUPI
Andrej Demšar *predsednik/president*,
Barbara Simončič, Franci Sluga UL-NTF, OT
Zoran Stjepanovič,
Karin Stana Kleinschek,
Alenka Majcen Le Marechal UM-FS, OTMO
Mojca Šubic IRSPIN

Glavna in odgovorna urednica/ Editor-in-chief

Diana Gregor Svetec

Namestnica glavne in odgovorne urednice/Assistant Editor

Majda Sfiligoj Smole

Izvršna urednica/Executive Editor

Anica Levin

Uredništvo/Editorial board

Franci Debelak
Veronika Vrhunc
IRSPIN, Slovenia
Vili Bukošek
Petra Forte
Marija Jenko
Momir Nikolić
Almira Sadar
University of Ljubljana, Slovenia
Darinka Fakin
Jelka Geršak
Tanja Kreže
Zoran Stjepanovič
University of Maribor, Slovenia
Paul Kiekens
University of Ghent, Belgium
Hartmut Rödel
Technical University of Dresden, Germany
Ivo Soljačić
University of Zagreb, Croatia
Ziyinet Ondogan
Oktay Pamuk
Ege University, Turkey
Stephen Westland
University of Leeds, UK

tekstilec glasilo slovenskih tekstilcev, podaja temeljne in aplikativne znanstvene informacije v fizikalni, kemijski in tehnološki znanosti vezani na tekstilno tehnologijo. V reviji so objavljeni znanstveni in strokovni članki, ki se nanašajo na vlakna in preiskave, kemijsko in mehansko tekstilno tehnologijo, tehnične tekstilije in njihovo uporabo, kot tudi druga področja vezana na tekstilno tehnologijo in oblikovanje, tekstilno in oblačilno industrijo (razvoj, uporaba, izdelava in predelava kemijskih in naravnih vlaken, prej in ploskih tekstilij, oblikovanje, trženje, ekologija, ergonomika, nega tekstilij, izobraževanje v tekstilstvu itd.). Od leta 2007 je revija razdeljena na dva dela, dvojezični (slovensko/angleški) del, kjer so objavljeni članki s področja znanosti in razvoja; znanstveni članki (izvirni in pregledni), kratka obvestila in strokovni članki. Drugi del, napisan samo v slovenščini, vsebuje prispevke o novostih s področja tekstilne tehnologije iz Slovenije in sveta, informacije o negi tekstilij in ekologiji, kratka obvestila vezana na slovensko in svetovno tekstilno in oblačilno industrijo ter prispevke s področja oblikovanja tekstilij in oblačil.

tekstilec *the magazine of Slovene textile professionals gives fundamental and applied scientific information in the physical, chemical and engineering sciences related to the textile industry. Its professional and research articles refer to fibers and testing, chemical and mechanical textile technology, technical textiles and their application, as well as to other fields associated with textile technology and design, textile and clothing industry e.g. development, application and manufacture of natural and man-made fibers, yarns and fabrics, design, marketing, ecology, ergonomics, education in textile sector, cleaning of textiles, etc. From 2007 the journal is divided in two parts, a two language part (Slovene English part), where scientific contributions are published; i.e. research articles (original scientific and review), short communications and technical articles. In the second part written in Slovene language the short articles about the textile-technology novelties from Slovenia and the world, the information of dry cleaning and washing technology from the viewpoint of textile materials and ecology, short information's about the Slovene textile and clothing industry and from the world as well as the articles on textile design are published.*

Dosegljivo na svetovnem spletu/Available online at
www.ntf.uni-lj.si/ot/

Izvillečki tekstilca so pisno objavljeni v/
Abstracted and Indexed in

Chemical Abstracts
World Textile Abstracts
EBSCO
Ulrich's International Periodicals Directory
COMPENDEX
Titus Literaturschau
TOGA Textiltechnik

IZVLEČKI/abstracts

211 Izvlečki • *Abstracts*

ČLANKI/papers

213 Tekstilije iz novih sojinih proteinskih vlaken (SPF) • Izvirni znanstveni članek*Textiles from New Soybean Protein Fibres (SPF) • Original Scientific Paper**Tatjana Rijavec, Živa Zupin***228** Vpliv barvanja bombaža z reaktivnim barvilom na adsorpcijo srebra • Izvirni znanstveni članek*Influence of Dyeing Cotton with Reactive Dye on Adsorption of Silver • Original Scientific Paper**Marija Gorjanc, Marija Gorenšek***238** Izdelava prototipa varnostnega oblačila „Safety Vest“ • Strokovni članek*Making of Safety Vest Prototype • Professional Paper**Marica Starešinič*STROKOVNI DEL/
technical notes**245** Doktorska dela s področja tekstilne tehnologije ter oblikovanja tekstilij in oblačil v letu 2011 (izvlečki)*Doctoral Theses from Field of Textile Technology and Textile and Clothing Design in 2011 (abstracts)**• Doktorska in magistrska dela***253** Magistrska dela s področja tekstilne tehnologije ter oblikovanja tekstilij in oblačil v letu 2011 (izvlečki)*Master Theses from Field of Textile Technology and Textile and Clothing Design in 2011 (abstracts)**• Doktorska in magistrska dela***259** Podelitev Prešernovih nagrad, zahval in priznanj študentom*• Aktualno doma***263** Dan akreditacije 2011: Akreditacija je! • *Aktualno doma***264** Ob tednu Univerze v Ljubljani: novi laboratoriji za boljše študijske razmere in projektno delo • *Aktualno doma***268** Simpozij o uniformah (12. aprila 2012 na GZS) • *Aktualno doma***269** Posvet Tekstilni dnevi Zagreb 2011 • *Aktualno v svetu***271** ITMA 2011 – Predobdelava in apreture • *Tehnološke novosti***276** V spomin Francu Lesjaku • *V spomin*

tekstilec

Ustanovitelj / Founded by

Zveza inženirjev in tehnikov tekstilcev Slovenije/
Association of Slovene Textile Engineers and Technicians
Gospodarska zbornica Slovenije – Združenje za tekstilno,
oblačilno in usnjarsko predelovalno industrijo/
*Chamber of Commerce and Industry of Slovenia – Textiles,
Clothing and Leather Processing Association*

Urejanje, izdajanje in sofinanciranje/

Editing, publishing and financially supported by

- Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,
Oddelek za tekstilstvo/*University of Ljubljana,
Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles*
- Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo/
University of Maribor, Faculty for Mechanical Engineering
- Industrijski razvojni center slovenske predilne industrije/
Industrial development centre of Slovene spinning industry

Revijo sofinancira/Journal is financially supported by

Javna agencija za knjigo Republike Slovenije/*Slovenian Book Agency*

Revija Tekstilec izhaja štirikrat letno v 600
izvodih/*Journal Tekstilec appears quarterly
in 600 copies*

Revija je pri Ministrstvu za kulturo vpisana
v razvid medijev pod številko 583.
Letna naročnina za člane Društev
inženirjev in tehnikov tekstilcev
je vključena v članarino.

Letna naročnina

za posameznike je 38 €
za študente 22 €
za mala podjetja 90 €
za velika podjetja 180 €
za tujino 110 €

Cena posamezne številke je 10 €

Na podlagi Zakona o davku na dodano
vrednost sodi revija Tekstilec med
proizvode, od katerih se obračunava
DDV po stopnji 8,5 %.

Transakcijski račun 01100–6030708186
Bank Account No. SI56 01100–6030708186

Nova Ljubljanska banka d.d.,
Trg Republike 2, SI–1000 Ljubljana,
Slovenija, SWIFT Code: LJBA SI 2X.

Izdajatelj/Publisher

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek
za tekstilstvo / *University of Ljubljana, Faculty of Natural
Sciences and Engineering, Department of Textiles*

Naslov uredništva/Editorial Office Address

Uredništvo Tekstilec, Snežniška 5, p.p. 312, SI–1000 Ljubljana

Tel./Tel.: + 386 1 200 32 00, +386 1 252 44 17

Faks/Fax: + 386 1 200 32 70

E-pošta/E-mail: tekstilec@ntf.uni-lj.si

Spletni naslov/Internet page: <http://www.ntf.uni-lj.si/ot/>

Lektor za slovenščino: Milojka Mansoor, Jelka Jamnik,
za angleščino: Barbara Luštek Preskar

Oblikovanje/Design Tanja Urbanc

Prelom in priprava za tisk/DTP Barbara Blaznik

Fotografija na naslovnici/Cover Photo No. 10–12 www.sxc.hu

Tisk/Printed by Birografika BORI d.o.o.

Copyright © 2011 by Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška
fakulteta, Oddelek za tekstilstvo

Noben del revije se ne sme reproducirati brez predhodnega pisnega
dovoljenja izdajatelja/*No part of this publication may be reproduced
without the prior written permission of the publisher.*

Izvirni znanstveni članek *Original Scientific Paper*

Tatjana Rijavec, Živa Zupin

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, Snežniška 5, SI-1000 Ljubljana/ *University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles, Snežniška 5, SI – 1000 Ljubljana, Slovenia*

Tekstilije iz novih sojinih proteinskih vlaken (SPF)

Textiles from New Soybean Protein Fibres (SPF)

Nova sojina proteinska vlakna (SPF) so bikonstituentna vlakna, izdelana iz 5–23 % sojinih proteinov in 77–95 % polivinilalkohola. Uporabljeni sojini proteini so stranski proizvod pri pridobivanju sojinega olja. V članku so opisani kemična in nadmolekulska struktura sojinih beljakovin, postopek izdelave SPF-vlaken in njihove lastnosti. Pričakovana biorazgradljivost SPF-vlaken temelji na znani biorazgradljivosti sojinih beljakovin in polivinilalkohola, kakor tudi filmov iz sojinih beljakovin in polivinilalkohola. Preje iz 100-odstotnih SPF-vlaken in tkanine iz bombaža v osnovi in SPF-vlaken v votku so bile 21 dni zakopane v humusni zemlji pri temperaturi 30 °C, 65-odstotni relativni vlažnosti, pri pH 6. Razmere, v katerih nastopi hitra biorazgradnja čistih bombažnih tekstilij, so povzročile minimalno poslabšanje mehanskih lastnosti preje iz SPF-vlaken. Spektri ATR FT–IR kažejo na oslabitev medmolekulskih vodikovih vezi med segmenti protein-protein, PVA–PVA in protein–PVA in posledično povečanje dezorientacije v vrhnjih plasteh SPF-vlaken. Vsebnost SPF-vlaken v tkanini v smeri votka je vplivala na podaljšano ohranitev mehanskih lastnosti in strukture tkanine kot celote.

Ključne besede: fitoproteinska vlakna, sojina proteinska vlakna, polivinilalkohol, razgradnja

New soybean protein fibres (SPF) are biconstituent fibres containing 5–23% of soybean proteins and 77–95% of polyvinyl alcohol (PVA). Soybean proteins used for the manufacture of SPF are by-products of the soybean oil production. The chemical and supra-molecular structure of soybean proteins, the process of manufacture of SPF fibres, and their properties are described in the article. The expected biodegradability of SPF is based on the well-known biodegradability of soybean proteins and polyvinyl alcohol as well on the biodegradability of the films made from soybean proteins and polyvinyl alcohol. Yarns made from 100% SPF and 100% cotton, and fabrics made from 100% cotton fibres and from cotton fibres in warp and SPF in weft were buried for 21 days in humus soil with temperature 30 °C, relative humidity 65% and pH 6. The conditions under which rapid biodegradation of pure cotton textiles took place induced only a slight decrease of mechanical properties of the SPF yarn. ATR FT–IR spectra displayed a reduction of intermolecular hydrogen bonds between protein-protein, PVA–PVA and protein–PVA segments and, consequently, the increase of disorientation in the upper layers of soybean protein fibres. The content

of SPF in weft direction was responsible for the prolonged retention of mechanical properties and structure of the fabric as a whole.

Keywords: *phytoprotein fibres, soybean protein fibres (SPF), polyvinyl alcohol (PVA), degradation*

Izvirni znanstveni članek *Original Scientific Paper*

Marija Gorjanc, Marija Gorenšek

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, Snežniška 5, SI-1000 Ljubljana/ *University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles, Snežniška 5, SI – 1000 Ljubljana, Slovenia*

Vpliv barvanja bombaža z reaktivnim barvilom na adsorpcijo srebra

Influence of Dyeing Cotton with Reactive Dye on Adsorption of Silver

V raziskavi smo proučili vpliv reaktivnega barvila na bombažni tkanini na adsorpcijo srebra protimikrobnega sredstva RucoBac AGP, ki smo ga na tkanino nanašali po izčrpalnem postopku. Primerjalno smo RucoBac AGP nanesli tudi na tkanine, obdelane v slepi kopeli, ki je vsebovala vsa pomožna sredstva razen barvila. Funkcionaliziranim tkaninam smo določili vsebnost srebra, protimikrobno učinkovitost in pralno obstojnost. Proučili smo tudi vpliv obdelave bombaža s srebrom na belino in barvo bombaža. Raziskava je pokazala, da barvanje z reaktivnim barvilom vpliva na povečanje adsorpcije srebra na beljeno/mercerizirano bombažno tkanino in posledično na njeno protimikrobno učinkovitost. Spremembe beline in barve tkanine so opaznejše pri funkcionalizaciji tkanine z višjo koncentracijo RucoBac-a AGP. **Ključne besede:** bombaž, reaktivno barvilo, nanodelci, srebro, adsorpcija

The influence of reactive dyeing on the silver adsorption of antimicrobial agent RucoBac AGP on a cotton fabric was investigated for the research purpose. RucoBac AGP was applied on a cotton fabric using the exhaustion method. For a comparison, RucoBac AGP was applied on fabrics treated in a blank dye bath which contained all auxiliaries except for the dye. The quantity of silver, the antibacterial efficiency and wash-fastness were determined for functionalized fabrics. The whiteness and colour change of silver treated cotton fabrics were investigated as well. The research results show that dyeing with a reactive dye causes higher adsorption of silver on a bleached/mercerized cotton fabric and its antimicrobial efficiency. The changes in the whiteness and colour of the fabric are more visible when treating cotton with a higher concentration of RucoBac AGP.

Keywords: *cotton, reactive dye, nanoparticles, silver, adsorption*

Strokovni članek *Professional Paper*

Marica Staresinič

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, Snežniška 5, SI-1000 Ljubljana/*University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles, Snežniška 5, SI-1000 Ljubljana, Slovenia*

Izdelava prototipa varnostnega oblačila „Safety Vest“

Making of Safety Vest Prototype

Pametne tekstilije, od vlaken s posebnimi lastnostmi do tkanin z vgrajenimi elektronskimi komponentami, se danes uporabljajo za izdelavo pametnih oblačil. V sestavku je predstavljenih nekaj primerov oblačil, ki se predstavljajo kot koncept za nadaljnji razvoj in oblikovanje. Prav tako je predstavljen prototip varnostnega oblačila z vgrajenimi fotovoltaičnimi celicami in LED-svetili (Light-Emitting Diode), narejeno na Oddelku za tekstilstvo NTF v Ljubljani. Oblačilo, ki je bilo predstavljeno na konferenci LOPE-C (Large Area Organic & Printed Electronic Convention) v Frankfurtu, je bilo v izboru petih najboljših univerzitetnih mednarodnih prispevkov.

Ključne besede: pametna oblačila, varnostno oblačilo, prevodna vlakna, fotovoltaična vlakna, printing dress

Smart textiles, from fibres to fabrics with integrated special electronics, are nowadays used to develop smart clothing. In this paper, some examples for future design and development are presented. The “safety vest” with integrated photovoltaic cells and LED lights is included as well. The prototype of a “safety vest” was developed at the Department of Textiles, Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana and was presented at the LOPE-C Conference (Large Area Organic & Printed Electronic Convention) in Frankfurt as one of five best international university contributions.

Keywords: safety vest, smart textiles, conductive fibres, photovoltaic fibres, “printing dress”

Textiles from New Soybean Protein Fibres (SPF)

Original Scientific Paper

Received October 2011 • Accepted December 2011

Abstract

New soybean protein fibres (SPF) are biconstituent fibres containing 5–23% of soybean proteins and 77–95% of polyvinyl alcohol (PVA). Soybean proteins used for the manufacture of SPF are by-products of the soybean oil production. The chemical and supramolecular structure of soybean proteins, the process of manufacture SPF fibres, and their properties are described in the article. The expected biodegradability of SPF is based on the well-known biodegradability of soybean proteins and polyvinyl alcohol as well on the biodegradability of the films made from soybean proteins and polyvinyl alcohol. Yarns made from 100% SPF and 100% cotton, and fabrics made from 100% cotton fibres and from cotton fibres in warp and SPF in weft were buried for 21 days in humus soil with temperature 30 °C, relative humidity 65% and pH 6. The conditions under which rapid biodegradation of pure cotton textiles took place induced only a slight decrease of mechanical properties of the SPF yarn. ATR FT-IR spectra displayed a reduction of intermolecular hydrogen bonds between protein-protein, PVA-PVA and protein-PVA segments and, consequently, the increase of disorientation in

Vodilni avtor/corresponding author:

dr. Tatjana Rijavec

tel.: +386 1 200 32 24

e-mail: tatjana.rijavec@ntf.uni-lj.si

Tatjana Rijavec, Živa Zupin
Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,
Oddelek za tekstilstvo

Tekstilije iz novih sojinih proteinskih vlaken (SPF)

Izvirni znanstveni članek

Poslano oktober 2011 • Sprejeto december 2011

Izvleček

Nova sojina proteinska vlakna (SPF) so bikonstituentna vlakna, izdelana iz 5–23 % sojinih proteinov in 77–95 % polivinilalkohola. Uporabljeni sojini proteini so stranski proizvod pri pridobivanju sojinega olja. V članku so opisani kemična in nadmolekulska struktura sojinih beljakovin, postopek izdelave SPF-vlaken in njihove lastnosti. Pričakovana biorazgradljivost SPF-vlaken temelji na znani biorazgradljivosti sojinih beljakovin in polivinilalkohola, kakor tudi filmov iz sojinih beljakovin in polivinilalkohola. Preje iz 100-odstotnih SPF-vlaken in tkanine iz bombaža v osnovi in SPF-vlaken v votku so bile 21 dni zakopane v humusni zemlji pri temperaturi 30 °C, 65-odstotni relativni vlažnosti, pri pH 6. Razmere, v katerih nastopi hitra biorazgradnja čistih bombažnih tekstilij, so povzročile minimalno poslabšanje mehanskih lastnosti preje iz SPF-vlaken. Spektri ATR FT-IR kažejo na oslabitev medmolekulskih vodikovih vezi med segmenti protein-protein, PVA-PVA in protein-PVA in posledično povečanje dezorientacije v vrhnjih plasteh SPF-vlaken. Vsebnost SPF-vlaken v tkanini v smeri votka je vplivala na podaljšano ohranitev mehanskih lastnosti in strukture tkanine kot celote.

Ključne besede: fitoproteinska vlakna, sojina proteinska vlakna, polivinilalkohol, razgradnja

the upper layers of soybean protein fibres. The content of SPF in weft direction was responsible for the prolonged retention of mechanical properties and structure of the fabric as a whole.

Keywords: phytoprotein fibres, soybean protein fibres (SPF), polyvinyl alcohol (PVA), degradation

1 Introduction

New soybean protein fibres (SPF) used in experiments are the only commercially produced fibres containing soybean proteins at the moment [1]. They are synthetic composite fibres composed of 77–95% of polyvinyl alcohol (PVA) and 5–23% of soybean proteins, which are in fact the residue after the extraction of oil from the seeds of Glycine Max L soybean. These fibres are primarily designed for garments. Commercially available, beside yarns made from 100% SPF, are also the blends with cotton, viscose, lyocell, silk, cashmere, wool and polyester fibres [1, 2].

Synthetic composite fibres can contain not only soybean proteins but also other kinds of plant proteins, such as proteins extracted from peanuts (ardil proteins) or from the seeds of cotton [3, 4].

The content of proteins in soybean seeds is about 37–42% and is substantially higher than that in milk (3.2%), corn grains (10%) and peanuts (25%) [5]. Soybean proteins are used for food and fodder, and in industry for production of adhesives, emulsions, inks, pharmaceuticals, plastics and even textile fibres. They are becoming more and more important for the production of biodegradable foils where they solve the problem of water absorption and low strength in wet state by cross-linking proteins with palm oil or stearic acid [6] or by adding polyvinyl alcohol [7].

The amino acid composition of soybean proteins (Table 1) resembles the amino acid composition of keratin more than that of fibroin (Figure 1). Soybean proteins contain two amino acids, isoleucine and histidine, which are not present in wool keratin. However, soybean proteins have practically no cystine bonds, which are important intermolecular covalent bonds

1 Uvod

Nova sojina proteinska vlakna (SPF), ki smo jih uporabili v raziskavi, so danes edina tržno dostopna vlakna, ki vsebujejo sojine proteine [1]. To so sintetična kompozitna vlakna iz 77–95 % polivinilalkohola (PVA) in 5–23 % sojinih proteinov, ki izvirajo iz stranskega proizvoda pridobivanja olja iz soje Glycine Max L. Nova vlakna so namenjena predvsem za oblačila. Poleg prej iz 100-odstotno novih sojinih proteinskih vlaken so na trgu mešanice z bombažem, viskozni vlakni, liocelnimi vlakni, svilo, kašmirjem, volno in poliestrskimi vlakni [1, 2].

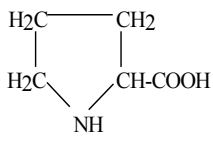

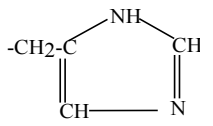
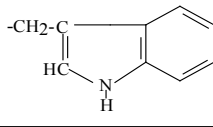
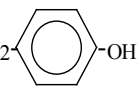
Razen sojinih proteinov lahko sintetična kompozitna vlakna vsebujejo tudi druge vrste rastlinskih proteinov, predvsem iz arašidov (ardilni proteini) ali bombažnih semen [3, 4].

Vsebnost proteinov v sojinih semenih je 37–42-odstotna in je bistveno večja kot v mleku (3,2-odstotna), koruznih zrnih (10-odstotna) in arašidih (25-odstotna) [5]. Sojine proteine uporabljajo za prehrano ljudi in krmo živali, v industriji pa za lepila, emulzije, črnila, za farmacevtske izdelke, plastiko in tudi za tekstilna vlakna. Čedalje pomembnejši postajajo za proizvodnjo biorazgradljivih folij, kjer rešujejo problem absorpcije vode oziroma nizke trdnosti v mokrem z zamreženjem proteinov s palmovo ali stearinsko kislino [6] ali tudi z dodajanjem polivinilalkohola [7].

Aminokislinska sestava sojinih beljakovin (preglednica 1) je bolj podobna aminokislinski sestavi keratina kot fibroina (slika 1). V sojinih beljakovinah sta zastopani aminokislini izolevcin in histidin, ki ju v volnenem keratinu ni. Cistinskih vezi kot pomembnih medmolekulskih kovalentnih vezi med peptidnimi molekulami v keratinu pa skoraj ni v sojinih beljakovinah, saj vsebuje manj kot 0,1 % cistina. V sojinih proteinih so aminokislina s kislim značajem z izrazitim negativnim nabojem (31,63 %), aminokislina z bazičnim značajem (24,05 %), ki imajo pozitivni naboj in vežejo molekule z negativnim nabojem, in nepolarne beljakovine (37,06 %) (slika 1). Sojini proteini so najbolj topni v območju pH od 1,5 do 2,5 in nad pH 6,3. Najmanj topni so v območju pH od 3,75 do 5,25, še posebej ne v območju izoelektrične točke, pri pH od 4 do 5.

Sojine proteine sestavljajo globulini (pribl. 90 %) in albumini. Globulini so visokih molekulskih mas in težko topni v vodi, topni so v razredčenih solnih raztopinah, albumini so nizkih molekulskih mas in so vodotopni [8]. Za oblikovanje vlaken uporabljajo globularne proteine, v katerih prevladujeta β -konglicinin (30–50 % proteinov v semenu) in glicinin (30 % proteinov v semenu). β -konglicinin je heterogen glikoprotein, sestavljen iz treh podenot (α' , α , β), ki vsebujejo aminokislina asparagin, glutamin, arginin in levcin. Podenote so nekovalentno povezane z elektrostatičnimi interakcijami in vodikovimi vezmi brez disulfidnih vezi. Glicinin je večji heksamer, ki ga sestavljajo kisli in nevtralni polipeptidi [9].

Table 1: Amino acids content in soybean protein in comparison to wool keratin and silk fibroin

Amino acid	-R (organic substituent)	Chemical nature	Soya [10]	Wool [11]	Silk [12]
Glutamic acid / Glutamine	$-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH} /$ $-(\text{CH}_2)_2-\text{CO}-\text{NH}_2$	acidic	18.11	16	1.0
Aspartic acid / Asparagine	$-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{OH} /$ $-\text{CH}_2-\text{CONH}_2$	acidic	11.33	7.27	1.3
Leucine	$-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	nonpolar	8.4	9.7	0.5
Serine	$-\text{CH}_2-\text{OH}$	basic	6.34	9.5	12.1
Proline		nonpolar	6.33	7.2	0.4
Arginine	$-(\text{CH}_2)_3-\text{N}^{\text{H}}-\text{C}^{\text{NH}}-\text{NH}_2$	basic	5.56	3.6	0.5
Lysine	$-(\text{CH}_2)_4-\text{NH}_2$	basic	5.50	2.5	0.3
Phenylalanine	$-\text{CH}_2$ 	nonpolar	5.3	1.6	0.6
Alanine	$-\text{CH}_3$	nonpolar	4.12	4.1	29.4
Valine	$-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	nonpolar	4.5	5.5	2.2
Threonin	$-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$	basic	4.01	6.6	0.9
Histidine		acidic	2.19	0.7	0.1
Tryptophan		nonpolar	1.5	0.7	0.1
Glycine	$-\text{H}$	nonpolar	0.23	6.5	44.6
Tyrosine	$-\text{CH}_2$ 	basic	2.64	6.1	5.2
Isoleucin	$-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2\text{CH}_3$	nonpolar	4	0	0.7
Methionin	$-(\text{CH}_2)_2-\text{S}-\text{CH}_3$	nonpolar	2	0.35	0.1
Cysteine	$-\text{CH}_2-\text{SH}$	nonpolar	0.68	11.3	0.2

between peptide molecules in keratin. Namely, the content of cystine in soybean proteins is under 0.1%. Soybean proteins contain amino acids of acidic nature with pronounced negative charge (31.63 %), amino acids of basic nature (24.05%), which have positive charge and attract oppositely charged molecules, and non-polar proteins (37.06%) (Figure 1). Soybean proteins are most soluble within pH range from 1.5 to 2.5 and above pH 6.3, and least soluble within pH range from 3.75 to 5.25 while being practically insoluble in the zone of isoelectric point at pH 4 to 5.

Soybean proteins are composed of globulins (about 90%) and albumins. Globulins are the proteins with high molecular weight, hardly soluble in water, but soluble in diluted salt solutions, while albumins are the proteins with low molecular weight and soluble in water [8]. Proteins, which are used for fibres formation, are globular proteins with predominant β -conglycinin (30–50% of seed proteins) and glycinin (30% of seed proteins). β -conglycinin is a heterogenous glycoprotein composed of three subunits (α' , α , β), which contain amino acids asparagines, glutamine, arginine and leucine. Subunits are non-covalently linked by electrostatic interactions and hydrogen bonds without any disulphide bonds. Glycinin is a large hexamer composed of acidic and neutral polypeptides [9].

Peptide segments in globular soybean proteins are interconnected by hydrogen bonds and electrostatic interactions. Conformational modifications of globular soybean proteins during the process of denaturation, which means the modifications of quaternary, tertiary and secondary structure of proteins, and reduction of the inclination of denatured proteins to form aggregates are important for the preparation of a stabile and properly viscous spinning dope as well as for drawing, orienting and crystallizing proteins in formed fibres [9]. Denaturation of soybean proteins is induced by alkalis, heat and enzymes. Alkalis can also initiate the depolymerisation of molecules by cleaving amide bonds. The process of controlled denaturation of proteins is therefore highly important for the mechanical properties of soybean fibres, particularly for their tensile strength. Unfavourable conditions in terms

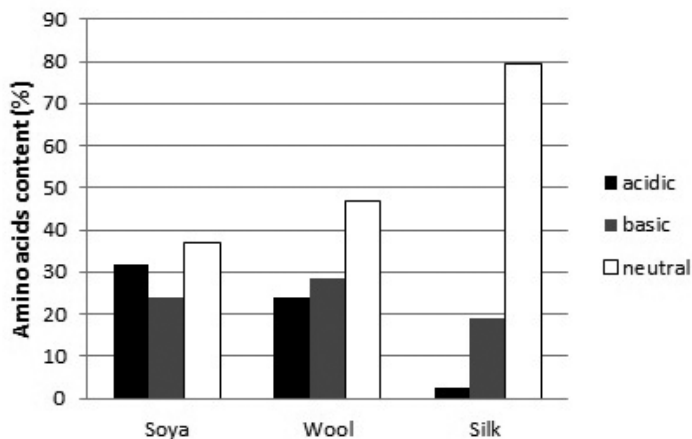


Figure 1: Content of acidic, basic and neutral amino acids in soybean proteins, keratin of wool and silk fibroin

Peptidni segmenti v globularnih proteinskih soje so med seboj povezani prek vodikovih vezi in elektrostatskih interakcij. Konformacijske spremembe globularnih sojinih proteinov v procesu denaturacije, tj. modifikaciji kvarterne, terciarne in sekundarne strukture proteinov, [9] in zmanjšanje nagnjenosti denaturiranih proteinov k agregiranju so pomembne za pripravo stabilne in primerno viskozne predilne tekočine in za proces raztezanja, orientiranja in kristalizacije proteinov v oblikovanih vlaknih. Denaturacijo sojinih proteinov povzročijo alkalije, toplota in encimi. Alkalije lahko povzročijo tudi depolimerizacijo molekul s cepitvijo amidnih vezi. Zato je proces kontrolirane denaturacije beljakovin zelo pomemben za mehanske lastnosti sojinih vlaken, predvsem za natezno trdnost, saj pri denaturaciji zaradi neustreznih pogojev temperature, pH vrednosti, koncentracije soli, sečnine, organskih topil in redukcijskih sredstev nastopita degradacija proteinov in sprememba barve.

Za zmanjšanje nagnjenosti proteinskih molekul k agregiranju je Boyer [13] predlagal dodatek ksantata, ki reagira z aminoskupinami proteinov in tvori karboaminditio skupine (NHCSSH). Disulfidna vez, ki tako nastane, ni medmolekulska in vpliva predvsem na zmanjšanje viskoznosti predilne tekočine.

Ni naključje, da je bil kot sintetični polimer za izdelavo novih sojinih proteinskih vlaken najustreznejši polivinilalkohol, saj je postopek za izdelavo PVAL-vlaken podoben kot za izdelavo proteinskih vlaken: v podobnih razmerah vlakna izpredajo iz raztopin, koagulirajo v obarjalni kopeli, orientirajo z raztezanjem in zamrežijo. Zamreženje zmanjša vezanje vode in trdnost vlaken v mokrem. Med danes sprejemljivimi zamreževalnimi postopki je zamreženje prek aminoskupin v proteinu z anhidridom očetne kisline (acetiliranje) ali z glutaraldehidom.

Surovina za izdelavo SPF-vlaken so sojini kosmiči, stranski produkt po ekstrakciji olj in drugih maščobnih substanc [14]. Ekstrahirane sojine beljakovine najprej za 2–2,5 ure namočijo v alkal-

of temperature, pH value, concentration of salt, urea, organic solvents and reduction agents in the process of denaturation can induce the degradation of proteins and the change of colour.

In order to decrease the inclination of protein molecules to form aggregates, Boyer [13] proposed the addition of xanthate, which reacts with the amino groups of proteins and forms the carboamindio groups (-NHCSSH). The resulting disulphide bond is not an intermolecular bond and its effect is mainly limited to the reduction of the spinning dope viscosity.

It is not a coincidence that polyvinyl alcohol has been found the most suitable synthetic polymer for the manufacture of new soybean protein fibres. Namely, the process of manufacturing PVAL fibres is similar to that of protein fibres: under similar conditions fibres are spun from solution, coagulated in a precipitating bath, oriented by drawing and crosslinked. Due to crosslinking, the water absorbency and decrease of the strength of fibres in wet state have been reduced. Today acceptable crosslinking processes include the crosslinking through amino groups in protein by acetic anhydride (acetylation) or glutaraldehyde.

ni raztopini pH 8,4 pri temperaturi 50–50 °C, da dobijo raztopino s koncentracijo sojinih beljakovin okrog 15 %. Sočasno pripravijo 8–15-% raztopino polivinilalkohola (PVA) v destilirani vodi pri temperaturi 79–97 °C za 100 min. Dobljeni raztopini zmešajo v določenem razmerju pri temperaturi 80–95 °C v času 40 min. Pripravljeno predilno tekočino pustijo zoreti 180–200 min pri temperaturi med 50 in 70 °C, da se odzrači in filtrira, nato sledi oblikovanje vlaken po mokrem postopku. Oblikovanje vlaken poteka s hitrostjo okrog 30 m/min. V koagulacijski žvepleno kisli kopeleli temperature 30–36 °C in ob dodatku Na₂SO₄ nastane filamentni kabel, ki ga raztezajo na zraku in v vodni raztopini Na₂SO₄ pri temperaturi 43,5–55 °C. Termofiksiranje raztezanih filamentov poteka skozi pet komor s temperaturami 121/211/228/240/230 °C. Sledijo acetiliranje, pranje, nanos preparacije in rezanje. [4]

Obstaja več variacij opisanega postopka, z razlikami v načinu priprave predilne tekočine, predilnih hitrostih, koncentracijah in temperaturah.

V oblikovanih vlaknih se molekule proteinov prečno povežejo z molekulami polivinilalkohola prek vodikovih vezi, kar omogoča orientacijo in kristalizacijo proteinov med procesom raztezanja. Morfološko strukturo vlaken predstavlja manj orientiran plašč in dobro orientirano mikrofibrilno jedro. Vlakna vsebujejo okrog 10 % hidrofilnih skupin v amorfnih območjih [15], ki dobro vežejo zračno vlago. V preglednici 2 so podane fizikalne in kemijske lastnosti novih sojinih proteinskih vlaken v primerjavi z bombažem, viskozniimi vlakni, svilo in volno.

Table 2: Comparison of physical and chemical properties of new soybean protein fibres (SPF) in comparison to cotton, viscose, silk and wool [1]

Properties	SPF	Cotton	Viscose	Silk	Wool
Specific breaking strength (cN/dtex) in dry state	3.8–4.0	1.9–3.1	1.5–2.0	2.6–3.5	0.9–1.6
Specific breaking strength (cN/dtex) in wet state	2.5–3.0	2.2–3.1	0.7–1.1	1.9–2.5	0.7–1.3
Breaking elongation (%) in dry state	18–21	7–10	18–24	14–25	25–35
Initial modulus (MPa)	700–1300	850–1200	850–1150	650–1250	
Loop strength (%)	75–85	70	30–65	60–80	
Knot strength (%)	85	92–100	45–60	80–85	
Moisture regain (%)	8.6	8.5	13.0	11.0	14–16
Density (g/cm ³)	1.29	1.50–1.54	1.46–1.52	1.34–1.38	1.33
Heat resistance	Yellowing and tackifying at about 120 °C (Bad)	Becoming brown after long time processing at 150 °C (Excellent)	Strength down after long time processing at 15 °C (Good)	Keep stable when temperature ≤148 °C (Good)	(Good)

Continuation of Table 2.

Properties	SPF	Cotton	Viscose	Silk	Wool
Alkali resistance	At general level	Excellent	Excellent	Good	Bad
Acid resistance	Excellent	Bad	Bad	Excellent	Excellent
Ultraviolet resistance	Good	At the general level	Bad	Bad	Bad

The raw material for soybean protein fibres is soybean flakes, a by-product remaining after the extraction of oils and other fat substances [14]. The extracted soybean proteins are first soaked for 2–2.5 hours in alcohol solution with pH 8.4 and temperature between 40 and 50 °C in order to obtain a solution with the soybean proteins concentration about 15%. At the same time the 8–15% solution of polyvinyl alcohol (PVA) in distilled water with temperature 79–97 °C is prepared for 100 minutes. The obtained solutions are mixed at a pre-determined ratio at temperature 80–95 °C for 40 minutes. The prepared spinning dope is left to mature for 180–200 minutes at temperature between 50 and 70 °C to be released of air and filtrated. The next stage is the formation of fibres by using the wet spinning procedure. The formation of fibres proceeds with the velocity of approximately 30 m/min. In a coagulation sulphuric acid bath with temperature 30–36 °C and with the addition of Na_2SO_4 , a filament cable is formed which is then drawn in the air and in the water solution of Na_2SO_4 with temperature 43.5–55 °C. Thermo-setting of drawn filaments proceeds through five chambers with temperatures 121/211/228/240/230°C. After that, the filaments are subjected to acetylation, scouring and application of finishing agents [4].

The described process has several variants, which differ in the method of spinning dope preparation, spinning velocities, concentrations and temperatures.

In the formed fibres the molecules of proteins link crosswise with the molecules of polyvinyl alcohol by hydrogen bonds, which enables orientation and crystallization of proteins during the process of drawing. The morphological structure of fibres is composed of a less oriented sheath and a well-oriented microfibrillar core. The fibres contain about 10% of hydrophilic groups in

Po vezanju zračne vlage SPF-vlakna dosegajo bombaž, v mokrem se jim za dobro četrtno zmanjša natezna trdnost, na 2,5–3,0 cN/dtex, kar je primerljivo z bombažem srednje kakovosti. Po vezanju zračne vlage so primerljiva z bombažem, vendar gre v nasprotju z bombažem za termoplastično vlakno z veliko občutljivostjo pri temperaturah nad 100 °C. Njihova prednost je dobra obstojnost v kislinah in alkalijah (razen v natrijevem hidroksidu) in na sončni svetlobi.

Sojini proteini so poceni in obnovljiv surovinski vir. Ekološko sprejemljivost pomenijo možnosti biorazgradnje SPF-vlaken, kar naj bi nova sojina proteinska vlakna tudi bila [16]. Sojine beljakovine, ki jih je v SPF-vlaknih 5–23 %, razgradijo mikroorganizmi in encimi. Peptidne vezi v beljakovinah so zelo občutljive na razgradnjo z encimi. Biorazgradnja proteinov do CO_2 in vode poteče šele po predhodni hidrolizi peptidnih vezi v proteinih. Pri tem se večje makromolekule pretvorijo v manjše, ki jih metabolizmi mikroorganizmov lahko predelajo. Ker vsebujejo sojine beljakovine zelo majhen odstotek cistina (0,1 %), so tako rekoč skoraj neobčutljive na encime, kot so proteaze, esteroze, lipaze in vse, ki specifično delujejo na disulfidno vez. Polivinilalkohol, ki ga je v SPF-vlaknih 77–95 %, je edini znani vodotopni in biorazgradljivi sintetični polimer. V celoti ga razgradijo bakterije *Pseudomonas* O–3. Več sevov bakterij *Pseudomonas*, ki lahko razgradijo PVA, so našli v zemlji, čeprav je biorazgradnja PVA v zemlji zelo omejena. Mikroorganizmi, ki razgradijo PVA, so prisotni skoraj izključno v okoljih, ki so ves čas kontaminirana s polimerom PVA [17]. Encimi dehidrogenaze in oksidaze razgradijo vezi C–C v PVA-molekuli [18].

Raziskave o poteku aerobne biorazgradnje kompozitnih filmov iz sojinih proteinov in z dodatkom 10–30 % PVA so pokazale, da se je z večanjem deleža PVA podaljšal čas biorazgradnje kompozitnega filma [19]. PVA, ki ga dodajajo za izboljšanje mehanskih lastnosti v mokrem, zmanjša hidrofilnost filma in s tem tudi upočasnijo njegovo biorazgradnjo. Lahko pa PVA pomeni pregrado, ki prepreči dostop mikroorganizmom, encimom, vlagi ali kisiku v polimer [20].

Poleg zunanjih pogojev biorazgradnje (prisotnost ustreznih encimov in mikroorganizmov, ustrežna temperatura, vlažnost in pH vrednost) je biološki proces razgradnje odvisen tudi od morfološke strukture (kristaliničnosti) in ostankov pomožnih sredstev, ki so se med proizvodnjo nakopičila na/v materialu in jih ni mogoče popolnoma izprati med končno obdelavo [21].

amorphous regions [15], which absorb the moisture well. Table 2 presents physical properties of new soybean protein fibres in comparison with cotton, viscous, silk and wool fibres.

In respect of moisture regain, SPF can compete with cotton fibres, however, in wet state their specific breaking stress decreases by approximately 25% to 2.5–3.0 cN/dtex, which is comparable to a medium quality cotton. In respect of moisture regain, SPF can be compared with cotton fibres, but unlike cotton fibres, they are thermoplastic with high sensitivity to temperatures above 100 °C. Their advantage is good stability in acids and alkalis (except in sodium hydroxide) and under sunlight.

*Soybean proteins are cheap and renewable raw material. Considering the capacity of soybean proteins and polyvinyl alcohol to decompose, new soybean fibres are supposed to be biodegradable and therefore ecologically acceptable [16]. Soybean protein fibres contain about 5–23% of soybean proteins, which are decomposed by microorganisms and enzymes. Peptide bonds in proteins are especially susceptible to enzymatic degradation. The biodegradation of proteins to CO₂ and water takes place after previous hydrolysis of peptide bonds in proteins during which large macromolecules transform into smaller ones that can be broken down by the metabolism of microorganisms. Since soybean proteins contain a very low percentage of cystine (0.1%), they are practically insusceptible to enzymes, such as proteases, esterases, lipases and all others, which have a specific effect on disulfide bonds. Polyvinyl alcohol, represented in soybean protein fibres with a 77–95% share, is the only known water soluble and biodegradable synthetic polymer. It is completely degraded by *Pseudomonas O-3* bacteria. Several strains of these bacteria, which can degrade PVA, have been found in the soil although biodegradation of PVA in the soil is very restricted. Microorganisms, which degrade PVA, are present almost exclusively in the environments, which are constantly contaminated with PVA polymer [17]. The enzymes of dehydrogenase and oxidase degrade C–C bonds in a PVA molecule [18].*

The study of the course of aerobic biodegradation of composite films made from soybean pro-

V raziskavi so nas zanimala lastnosti tekstilij, ki vsebujejo sojina proteinska vlakna, predvsem njihova nagnjenost k biorazgradnji takšne tekstilije kot celote. Takšne mešanice so glede na kombiniranje lastnosti celuloze, beljakovin in polivinilalkohola zanimive z vidika udobnosti nošenja oblačil [22] in vzdrževanja. Objavljenih raziskav o biorazgradljivosti novih sojinih proteinskih vlaken ni.

2 Eksperimentalni del

2.1 Materiali

V raziskavi smo proučevali obnašanje predivnih prej in tkanin z novimi sojinimi proteinskimi vlakni v razmerah kontrolirane biorazgradnje:

- preja SPF iz 100-odstotno novih sojinih proteinskih vlaken, finoče 15 tex (Harvest SPF Textile Co., Ltd.)
- preja CO iz 100-odstotnega bombaža, finoče 19 tex
- tkanina CO/SPF iz preje iz 100-odstotnega bombaža, finoče 28 tex v osnovi in iz preje SPF v votku, vezava keper 2/2
- tkanina CO iz 100-odstotne bombažne preje, finoče 28 tex, vezava keper 2/2.

Oba vzorca tkanin sta imela gostoto po osnovi 30 niti/cm in 28 niti/cm po votku.

2.2 Uporabljene metode

Laboratorijski poskusi biorazgradnje so bili opravljeni v skladu s standardom SIST EN ISO 11721-1 [23]. Uporabljena je bila tržna zemlja (humus), bogata z mikroorganizmi. Vlažnost zemlje v območju 60 ± 5 % smo med poskusom vzdrževali z rednim vlaženjem z vodo iz vodovoda. Temperatura zemlje je bila 25–30 °C, pH 6. Vzorce prej in tkanin smo sočasno zakopali v zemljo in jih postopno po 2., 7., 11., 16. in 21. dnevu odkopali ter pred nadaljnjim proučevanjem najprej oprali v vodi ter za 30 minut namočili v etanolu, da smo ustavili aktivnost mikroorganizmov. Nato smo vzorce posušili na zraku.

Natezne lastnosti vzorcev smo izmerili na dinamometru Instron 5567, kot določa standard SIST EN ISO 2062 za preje in SIST EN ISO 13934 za tkanine. Pred merjenjem nateznih lastnosti preje v mokrem stanju smo le-te namakali v destilirani vodi z dodatkom omakalnega sredstva eno uro pri sobni temperaturi. Natezne lastnosti prej smo analizirali s programom DINARA [24].

S pomočjo vrstičnega elektronskega mikroskopa Jeol JSM 6060 LV in stereomikroskopa Nikon SMZ 800 smo opazovali in posneli videz vlaken, prej in tkanin pred poskusom biorazgradljivosti vzorcev v zemlji in po njem.

Kemično zgradbo sojinih proteinskih vlaken smo proučevali s pomočjo spektrov FTIR/ATR na napravi Spectrum GX (Perkin Elmer), ki je bil opremljen z Michelsonovim interferometrom in programsko opremo Spectrum 5.01.

teins with addition of 10–30% of PVA have revealed that the higher is the percentage of PVA the longer is the time of biodegradation of a composite film [19]. PVA, which is added in order to enhance mechanical properties in wet state, reduces the hydrophilicity of such film and, consequently, retards its biodegradation. PVA can also represent a barrier, which pre-

3 Rezultati in razprava

Preja iz 100-odstotnih SPF je bila izdelana iz vlaken bombažnega tipa, finoče 1,27 dtex in povprečne dolžine 39,5 mm. Prečni prerez vlaken je ledvičasto-fižolaste oblike, premer 11–20 μm po večji diagonali in 6–7 μm po manjši diagonali (slika 2). Zaradi gladkega površja imajo vlakna visok lesk. Na površju vlaken so vidne manjše brazde. Vlakna so termoplastična s tališčem pri 224 °C.

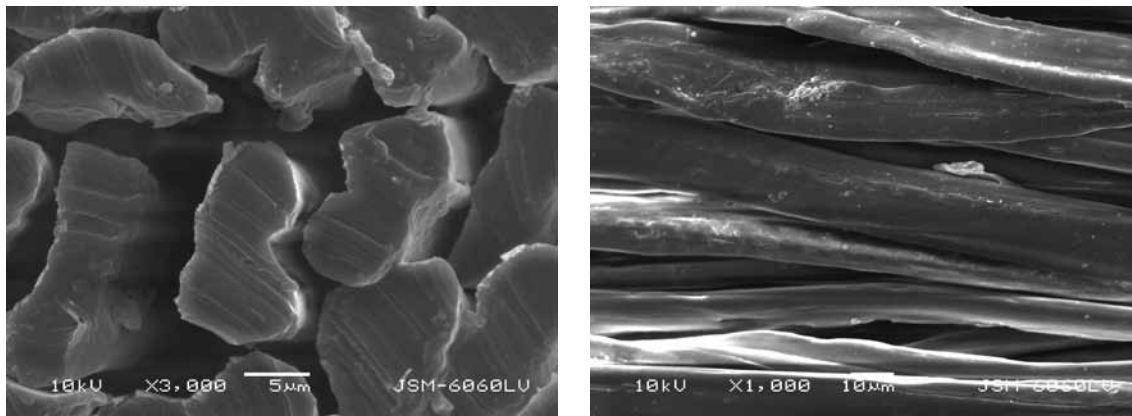


Figure 2: Scanning electron microscope views of raw SPF: cross section (magnification 3000-x) and longitudinal view (magnification 1000-x)

vents microorganisms, enzymes, moisture and oxygen to penetrate into a polymer [20].

Besides external conditions (the presence of suitable enzymes and microorganisms, proper temperature, humidity and pH value), the biodegradation process depends also on the morphological structure (crystallinity) and quantity of residual auxiliary agents, which have adhered to the material during production and cannot be removed completely during the finishing process [21].

The study focused on the properties of textiles containing soybean protein fibres, particularly to their inclination to biodegrade as a whole. In terms of wearing comfort, such blends, due to the combination of the properties of cellulose, proteins and polyvinyl alcohol, are very interesting for thermal comfort and care of garments [22]. No researches about the biodegradability of new soybean protein fibres have been published until now.

Znano je, da imajo proteini tipične absorpcijske vrhove v območju frekvenc 1636–1680 cm^{-1} in 1533–1559 cm^{-1} , ki izvirajo iz peptidnih vezi v glavnih verigah beljakovinskih molekul in tudi iz absorpcije medmolekulskih interakcij, ki izvirajo iz sekundarne, terciarne in kvartarne strukture proteinov in se med seboj prekrivajo. FT-IR-spekter SPF vlaken (slika 3a) kaže absorpcijo pri frekvenci 1642,47 cm^{-1} , ki jo lahko pripisujemo vibracijam -NH- vezi v amidu I, pri frekvenci 1534,94 cm^{-1} pa vibracijam -NH- vezi v amidu II. Absorpcijski pas pri frekvencah 1241–1472 cm^{-1} , ki je prisoten tudi pri spektru SPF-vlaknen, pripisujejo raztezanju vezi (C)O–O in C–N ter upogibanju vezi N–H v amidnih III skupinah [19]. FT-IR-spekter čistih PVAL-vlaknen Kuralon (Kuraray Co., Ltd.) ima značilen absorpcijski vrh pri frekvenci 3292 in ustreza raztezanju vezi v skupinah O–H [19]. Obstoj vodikovih vezi med peptidnimi molekulami soje in molekulami PVA je teže ugotoviti, saj se absorpcija teh vezi prekriva z absorpcijo vodikovih vezi med vodo in proteinskimi oziroma PVA-molekulami, kar je mogoče prepoznati v širšem absorpcijskem pasu (slika 3a) [19] pri frekvencah 2918–3565 cm^{-1} .

Absorpcijski spektri ATR FT-IR SPF-vlaknen (slika 3b), ki odražajo kemično zgradbo v površinski plasti SPF-vlaknen, kažejo na zmanjšanje intenzitete absorpcijskih vrhov za SPF-vlakna, ki so bila 11 oziroma 21 dni zakopana v zemlji. Izrazitejše zmanjšanje intenzitete vrha v frekvenčnem območju 3000–3600 cm^{-1} je opaziti le po prvih 11 dneh. To pripisujemo kemičnim spremembam, ki so po-

2 Experimental part

2.1 Materials

The study focused on the behaviour of spinning yarns and fabrics made from new soybean protein fibres under the conditions of controlled biodegradability:

- SPF yarn from 100% new soybean protein fibres with linear density 15 tex (Harvest SPF Textile Co., Ltd.),
- CO yarn from 100% cotton with linear density 19 tex,
- CO/SPF fabric from 100% cotton with linear density 28 tex in warp and SPF yarn in weft, 2/2 twill weave,
- CO fabric from 100% cotton yarn with linear density 28 tex, 2/2 twill weave.

Both fabric samples had the warp density 30 ends/cm and weft density 28 picks/cm.

2.2 Used methods

Laboratory experiments were performed in compliance with SIST EN ISO 11721-1 standard [23]. Commercial soil (humus), rich with microorganisms, was used in experiments. The soil humidity $60 \pm 5\%$ was maintained during experiments by regularly spraying the soil with tap water. The temperature of soil was $25\text{--}30^\circ\text{C}$ and its pH 6. The samples of yarns and fabrics were buried in the soil at the same time and then gradually removed from the soil after 2, 7, 11, 16 and 21 days. Prior to further experiments, the samples were washed in water and immersed in ethanol for 30 minutes in order to stop the activity of microorganisms, and after that the samples were air-dried.

Tensile properties of the samples were measured on Instron 5567 dynamometer in compliance with SIST EN ISO 2062 standard for yarns and SIST EN ISO 13934 standard for fabrics. Prior to making any measurements of the yarn tensile properties in wet state, the yarns were immersed in distilled water with added wetting agent for 1 hour at room temperature. The tensile properties of yarns were analysed by using DINARA program [24].

The appearance of fibres, yarns and fabrics was monitored and photographed by Jeol JSM 6060 LV scanning electron microscope and Nikon SMZ 800 stereomicroscope prior to testing bio-

vezane z zmanjšanjem števila vodikovih vezi med molekulami protein–protein, PVA–PVA in protein–PVA, kar je omogočilo dezorientacijo segmentov v amornih območjih.

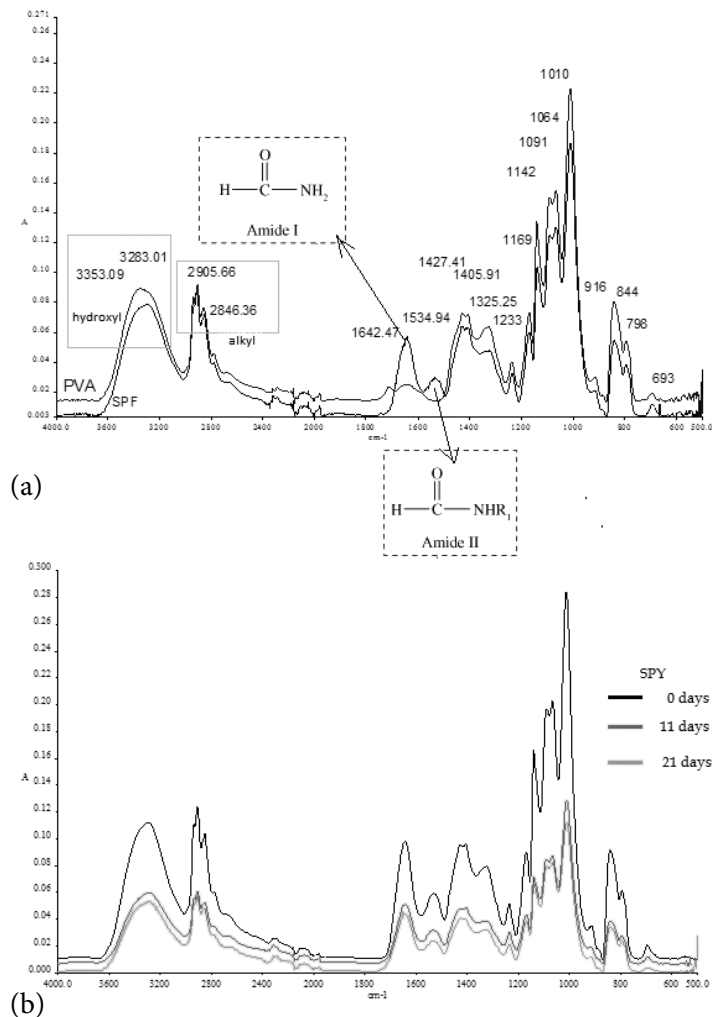


Figure 3: FT-IR spectra of SPF and PVAL fibres (a) and of buried SPF yarns (SPY) for 0, 11 and 21 days (b)

Voda vpliva na natezne lastnosti prej iz 100-odstotno sojinih proteinskih vlaken: v suhem stanju je imela preja specifično pretržno napetost $2,16 \text{ cN/dtex}$, v mokrem pa le $1,58 \text{ cN/dtex}$. Raztegljivost preje se je v mokrem stanju povečala, posledica tega pa sta nižji modul elastičnosti in višji pretržni raztezek, ki je znašal $37,8\%$ v suhem in $42,1\%$ v mokrem stanju.

Obnašanje prej iz SPF-vlaklen smo proučevali po 2., 7., 11., 16. in 21. dnevu zakopa v zemlji pri temperaturi zemlje 30°C , relativni vlagi 65% in pH 6. Biorazgradnja bombažne preje je skoraj v celoti potekla že v sedmih dneh, ko so v zemlji ostali le manjši nepovezani deli preje. Po 11 dneh je bila bombažna preja popolnoma razgrajena brez vidnih ostankov v zemlji. Zato smo natezne lastnosti

degradation in the soil and after it.

The chemical structure of soybean protein fibres was investigated by means of FTIR/ATR spectra on the Spectrum GX (Perkin Elmer) equipped with the Michelson interferometer and Spectrum 5.01 software.

bombažne preje lahko izmerili le po prvem odvzemu prej iz zemlje, to je po dveh dneh.

Sojina proteinska vlakna imajo na površju manjše brazde, v katerih se mikroorganizmi laže zadržijo kot na gladkem površju, in tudi lahko vstopijo globlje v vlakna. Količina mikroorganizmov, ki so prisotni na površju sojinih proteinskih vlaken po 21 dneh zadrževanja preje v zemlji (slika 4), je majhna, predvsem pa še ni opaziti poškodb površja vlaken.

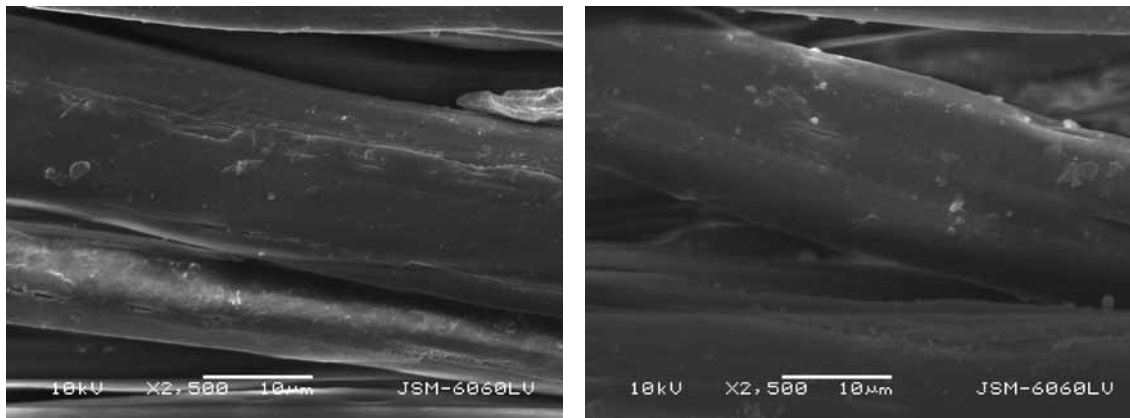


Figure 4: Scanning electron microscope views of SPF fibres before (left) and after 21 days (right) in the soil

3 Results and discussion

Pure SPF yarn was made from cotton-type fibres with linear density 1.27 dtex and mean length 39.5 mm. The cross-section of fibres was bean-shaped with diameter 11–20 μm along the longer diagonal and 6–7 μm along the shorter diagonal (Figure 2). Smooth surface imparted high lustre to the fibres. Small grooves could be noticed on the surface. The fibres had thermo-plastic character with melting point at 224 °C.

It is known that proteins have typical absorption peaks within the range of frequencies 1636–1680 cm^{-1} and 1533–1559 cm^{-1} attributable to peptide bonds in the backbone of protein molecules as well as to the absorption of intermolecular interactions which arise from the secondary, tertiary and quaternary structure of proteins and overlap each other. The FT-IR spectrum of soybean protein fibres (Figure 3a) displays the absorption at frequency 1642.47 cm^{-1} , which can be attributed to the vibrations of $-\text{NH}-$ bonds in amide I, and at frequency 1534.94 cm^{-1} , which can be attributed to the vibrations of $-\text{NH}-$ bonds in amide II. The absorption band at frequencies 1241–1472

Spremembe v mehanskih lastnostih prej po zadrževanju v zemlji so prikazane v preglednici 3. Pretržna sila bombažne preje se je po dveh dneh zmanjšala skoraj za 40 %, pretržni raztezek pa za skoraj 35 %. Mehanske lastnosti preje iz sojinih proteinskih vlaken se po 21 dneh niso bistveno spremenile: pretržna sila se je zmanjšala le za 1,6 %, pretržni raztezek pa za odstotek. Sklepamo, da se po 21 dneh v zemlji še ni začela biorazgradnja SPF-vlaknen.

Tkanine so bile sočasno pri enakih razmerah kot preje zakopane v zemljo za 2, 7, 11, 16 in 21 dni. S časom zakopa v zemlji se jim je spreminjal videz: na površju so nastajali rjavkasti madeži zaradi razvoja kolonij gliv na vlaknih (slika 6). Pri vseh tkaninah smo opazili tanjšanje preje iz čistega bombaža s časom zakopa. Sprememba debeline bombažnih niti je dobro vidna (slika 5). Na bombažni tkanini so po 11 dneh že opazne spremembe v obliki zrahljanja povezav med prejami, po 16 in še bolj po 21 dneh pa so že vidne poškodbe in raztrganine v tkanini iz 100-odstotnega bombaža. V enakem času so tkanine s prejo iz SPF-vlaknen v votku ohranile nepoškodovan, le rahlo zrahljan videz.

Tkanina iz čistega bombaža je po enem tednu izgubila mehansko trdnost in je ob dotiku razpadala. Po 21 dneh so od nje ostali le še majhni, nepovezani fragmenti. Tkanina, ki je imela v votku prejo iz sojinih proteinskih vlaken, je počasneje razpadala kot tkanina iz čistega bombaža in je počasneje izgubljala trdnost. Zaradi hitrega razpada so se bombažne preje v smeri osnove tanjšale in tkanine so se s časom čedalje bolj trgale v smeri votka.

Table 3: Breaking force and breaking elongation of CO and SPF yarns buried in soil

day	Breaking force						Breaking elongation					
	Cotton yarn			Soybean protein yarn			Cotton yarn			Soybean protein yarn		
	average (cN)	min.-max (cN)	CV (%)	average (cN)	min.-max (cN)	CV (%)	average (%)	min.-max (%)	CV (%)	average (%)	min.-max (%)	CV (%)
0	265.07	194.83–295.02	8.57	281.30	237.40–319.38	8.29	4.63	3.78–5.55	11.23	17.37	15.10–18.63	5.07
2	159.16	96.14–234.42	23.78	267.61	198.34–322.00	14.49	3.01	2.27–4.53	21.45	15.77	12.59–17.39	8.5
7	–	–	–	267.94	216.83–308.22	9.11	–	–	–	15.99	14.63–17.38	4.25
11	–	–	–	276.24	242.17–322.28	8.06	–	–	–	16.18	14.62–17.90	5.1
16	–	–	–	278.91	228.07–310.16	6.66	–	–	–	15.94	13.11–18.14	6.37
21	–	–	–	276.76	237.57–313.84	7.76	–	–	–	16.38	14.87–17.64	4.69

cm^{-1} , which is present also in the spectrum of soybean protein fibres, is attributed to the stretching of bonds (C)O–O and C–N as well as to the bending of bonds N–H in amide III groups [19]. The FT-IR spectrum of pure PVAL fibres Kuralon (Kuraray Co., Ltd.) has a typical absorption peak at frequency 3292, which is attributed to the stretching of bonds in O–H groups [19]. It is much more difficult to ascertain whether hydrogen bonds exist between soybean molecules and PVA molecules as the absorption of these bonds overlaps with the absorption of hydrogen bonds between water and protein or PVA molecules which can be recognized in a wider absorption band (Figure 3a) [19] at frequencies 2918–3565 cm^{-1} .

The ATR FT-IR absorption spectra of soybean protein fibres (Figure 3b) reflecting the chemical structure in the soybean protein fibres surface layer exhibit the decrease in the intensity of absorption peaks of soybean protein fibres that were buried in the soil for 11 and 21 days. A much more pronounced peak decrease within the frequency range 3000–3600 cm^{-1} can be noticed after the first 11 days. This phenomenon can be attributed to chemical changes related with the decrease of the number of hydrogen bonds between protein–protein, PVA–PVA and

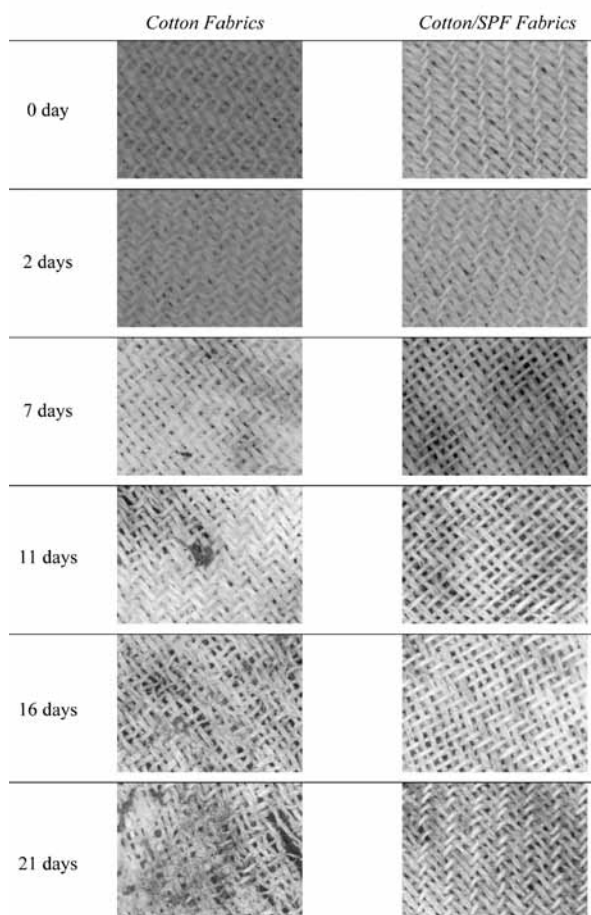


Figure 5: Surface views of buried fabrics in soil

protein–PVA molecules, which enables the disorientation of segments in amorphous regions.

Water affected the tensile properties of the yarns made from 100% soybean protein fibres: the specific breaking stress was 2.16 cN/dtex in dry state and only 1.58 cN/dtex in wet state. The elasticity of the yarn increased in wet state leading to a lower modulus of elasticity and higher breaking elongation, which was 37.75% in dry state and 42.05% in wet state.

The behaviour of the soybean protein fibres was investigated after 2, 7, 11, 16 and 21 days of having been buried in the soil with temperature 30 °C, relative humidity 65% and pH 6. Biodegradation of the cotton yarn was practically completed in the first seven days when only small separate particles of the yarn could be found in the soil. After 11 days the cotton yarn was completely degraded without any visible remains in the soil. Therefore, it was possible to measure the tensile properties of the cotton yarn only after the first removal from the soil, which means after two days.

Small grooves on the surface of soybean protein fibres make this surface much more favourable for the existence of microorganisms and their penetration deeply into the fibres than a smooth surface. After 21 days, the quantity of

Spremembe na površini tkanin so bile vidne po 21 dneh zadrževanja v zemlji (slika 6). Na bombažni tkanini smo opazili veliko kolonij gliv in bakterij, ki so opazne tudi na površju prej iz sojinih proteinskih vlaken. Prav tako je bil viden razpad bombažne preje ob sočasno nepoškodovani preji iz sojinih proteinskih vlaken.

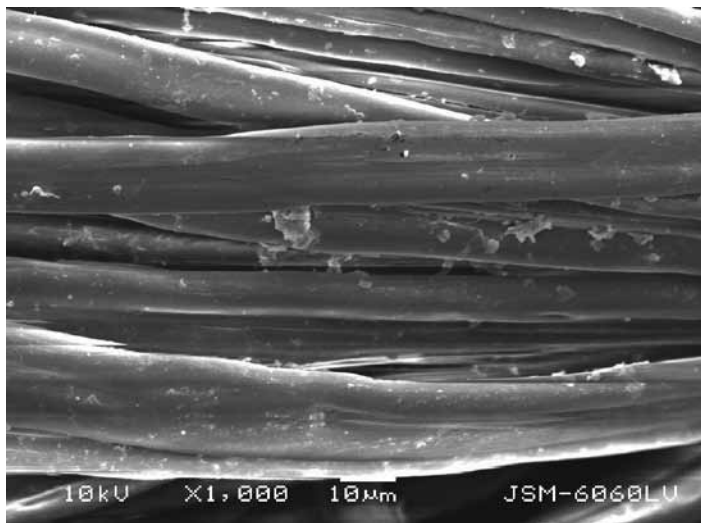


Figure 6: Scanning electron microscope photograph of soybean protein fibres after 21 days buried in soil (magnification 1000-x)

Tako kot preje je tudi tkanina CO razpadala veliko hitreje kot tkanina CO/SPF. Tkanini bombaž/sojina proteinska vlakna se je trdnost zmanjševala s časom zakopa v zemlji (slika 7). Pretržna sila

Table 4: Breaking force and breaking elongation of woven fabrics samples

day	Breaking force						Breaking elongation					
	CO			CO/SPF			CO			CO/SPF		
	average (N)	min.-max (N)	CV (%)	average (N)	min.-max (cN)	CV (%)	average (%)	min.-max (%)	CV (%)	average (%)	min.-max (%)	CV (%)
0	188.28	157.74–211.09	14.61	200.14	194.39–205.93	2.88	23.30	22.58–24.59	4.98	42.83	41.19–45.17	4.87
2	164.51	156.71–168.47	4.10	178.03	141.00–206.40	18.84	20.90	19.57–22.09	6.05	43.00	37.15–46.69	11.92
7	1.70	1.05–2.40	39.75	175.15	169.76–184.39	4.59	8.70	5.02–11.55	38.45	39.32	37.64–41.17	4.51
11	0		0	173.65	160.50–189.14	8.33	0		0	41.67	37.65–44.68	8.69
16	0		0	169.29	168.32–170.33	0.60	0		0	45.01	43.66–47.19	4.23
21	0		0	155.27	137.48–170.76	10.79	0		0	41.94	35.83–45.17	12.62

microorganisms on the surface of fibres (Figure 4) was small and, what is important, no damages on the surface could be noticed.

The changes of mechanical properties of the yarns buried in the soil are presented in Table 3. After 2 days of having been buried in the soil, the breaking force of the cotton yarn decreased by almost 40% and the breaking elongation by almost 35%. After 21 days of having been buried in the soil, the mechanical properties of the SPF yarn did not change substantially: the breaking force decreased by 1.6% only and the breaking elongation by 1% only. We can assume that the biodegradation of the soybean protein fibres did not already start after 21 days.

The fabric samples were buried in the soil for 2, 7, 11, 16 and 21 days at the same time and under the same conditions as the yarn samples. In dependence of how long the fabrics were buried in the soil, their appearance changed: brownish spots appeared on the surface due to the developing colonies of fungi on fibres (Figure 6). Thinning of the cotton yarns was noticed with all fabrics. The change of the thickness of cotton yarns is clearly visible (Figure 5). Certain changes, such as loosening of connections between yarns, could be noticed on the cotton fabric after 11 days. However, after 16 days and especially after 21 days, damages and tears were visible on the pure cotton fabric, while the CO/SPF fabric remained undamaged and had only a slightly loose appearance.

After one week the fabric made from pure cotton lost its mechanical strength and broke up into pieces when touched. After 21 days small, separate fragments remained from the fabric. The cotton/SPF fabric degraded at a slower rate than the cotton fabric, and also lost its strength at a slower rate. As a result of rapid degradation, the cotton yarns were getting thinner in warp direction and became prone to tearing in weft direction.

Changes on the surface of CO/SPF fabrics became visible after 21 days of having been buried in the soil (Figure 6). A great number of colonies of fungi and bacteria could be noticed on the surface of the cotton yarns as well as on the surface of the SPF yarns. The degradation of the cotton yarn was noticed, whereas the SPF yarn remained undamaged.

se je v smeri votka po sedmih dneh zmanjšala za 12 %, po 21 dneh pa za skoraj 22 % (krivulja SPF 21 na sliki 7). Razlog za zmanjšanje pretržne sile je predvsem razgradnja bombažne preje v smeri osnove in s tem zmanjšanje interakcij med osnovo in votkom, posledica tega pa je tudi manjši upor proti raztezanju tkanine v celotnem deformacijskem območju (nižji modul).

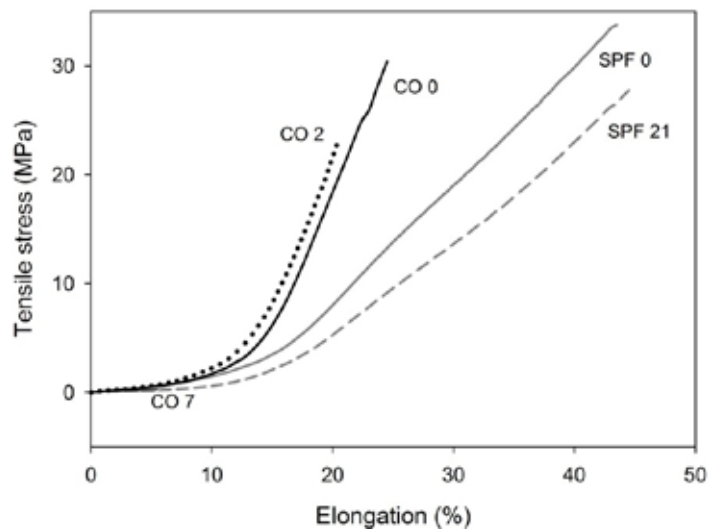


Figure 7: Stress-elongation curves for cotton (CO 0 = 0 days, CO 2 = 2 days, CO 7 = 7 days) and cotton/SPF (SPF 0 = 0 days, SPF 21 = 21 days) woven fabrics; all fabrics were measured in weft direction

4 Sklep

Nova sojina proteinska vlakna so bikonstituentna vlakna, izdelana po mokrem postopku iz homogene mešanice vodnih raztopin proteinov in polivinilalkohola. Vlakna vsebujejo le 5–23 % sojinih proteinov, ki so prek vodikovih vezi vezani na molekule polivinilalkohola. Imajo homogeno kemično sestavo. Vlakna so okolju prijazna, izdelana iz delno obnovljivih surovin, ki izvirajo iz ostankov predelave soje v olje.

V nasprotju s sojinimi proteinskimi vlakni iz 20. stoletja, ki so bila izdelana iz 100-odstotno sojinih proteinov, se nova sojina proteinska vlakna zaradi pretežnega deleža sintetičnega polimera polivinilalkohola odlikujejo po lastnostih, ki so značilne za sintetična vlakna: so termoplastična z dobrimi mehanskimi lastnostmi v mokrem.

Tekstilije iz SPF-vlaken in bombaža so z vidika uporabnih lastnosti tekstilij za oblačila ugodne, ker združujejo lastnosti celuloznih, beljakovinskih in sintetičnih vlaken.

Raziskava proučevanja obnašanja sojinih proteinskih vlaken v humusu je pokazala, da razmere, v katerih nastopi hitra biorazgradnja čistih bombažnih tekstilij, ne omogočajo biorazgradnje novih sojinih proteinskih vlaken. Po 21 dneh zadrževanja v rahlo kisli

The cotton fabric likewise the cotton yarns degraded at a faster rate than the cotton/SPF fabric. The strength of the cotton/SPF fabric decreased in dependence of the time spent in the soil (Figure 7). After 7 days the breaking force in weft direction decreased by 12% and after 21 days by almost 22% (SPF 21 curve in Figure 7). Such decrease can be attributed to the degradation of the cotton yarn in warp direction resulting in the decrease of interactions between warp and weft which leads to lower resistance of fabric to stretching in the entire deformation zone (lower modulus).

4 Conclusion

New soybean protein fibres are biconstituent fibres formed from a homogenous blend of water solutions of proteins and polyvinyl alcohol by wet spinning process. They contain only 5–23% of soybean proteins, which are linked to the molecules of polyvinyl alcohol by hydrogen bonds. Their chemical structure is homogenous. The fibres are eco-friendly, manufactured from partly renewable raw materials, which remain after soybean oil production.

Unlike soybean protein fibres known in the 20th century which were made from 100% soybean proteins, new soybean protein fibres, due to the predominant share of a synthetic polymer polyvinyl alcohol, excel in the properties typical for synthetic fibres: they are thermoplastic with good mechanical properties in wet state.

In respect of thermal comfort, the combination of the properties of cellulose, protein and synthetic fibres makes the textiles made from soybean protein fibres and cotton fibres interesting for the manufacture of garments.

The results of the study of soybean protein fibres behaviour in humus soil show that the conditions under which pure cotton textiles degrade rapidly do not induce the biodegradation of new soybean protein fibres. After 21 days of having been buried in a slightly acid (pH 6) soil with temperature 30 °C and relative humidity 65%, when the degradation of cotton fibres was practically completed, the mechanical properties and appearance of soybean protein fibres deteriorated only slightly.

(pH 6) zemlji pri temperaturi 30 °C in 65-odstotni relativni vlažnosti zemlje, ko so bombažna vlakna že skoraj v celoti razpadla, so se sojinim proteinskim vlaknom minimalno poslabšali mehanske lastnosti in videz površja.

5 Literatura

1. SWICOFIL AG – Soybean protein fibres [citirano 27. 04. 2011]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.swicofil.com/soybeanproteinfiber.html>>.
2. CIMILLI, S., NERGIS, B. U., CANDAN, C., ÖZDEMİR, M. A. comparative study of some comfort-related properties of socks of different fiber types. *Textile Research Journal*, 2010, vol. 80, p. 948–957.
3. LI, G. *Phytoprotein synthetic fibre and the method of making the same*. World Patent Office, WO/2003/056076, 2003.
4. LI, G. *Phytoprotein synthetic fibre and method of manufacture thereof*. United States Patent Office, US 7,271,217, 2007.
5. KRISHNAN, H. B., NATARAJAN, S. S., MAHMOUD, A. A., NELSON, R. L. Identification of glycinin and beta-conglycinin subunits that contribute to increased protein content of high-protein soybean lines. *J. Agric. Food Chem.*, 2007, vol. 55, p. 1839–1845.
6. LODHA, P., NETRAVAIL, A. N. Thermal and mechanical properties of environment-friendly 'green' plastics from stearic acid modified-soy protein isolate. *Industrial crops and products*, 2005, vol. 21, p. 49–64.
7. SU, J.-F., YUAN, X.-Y., HUANG, Z., XIA W.-L. Properties stability and biodegradation behaviours of soy protein isolate/poly(vinyl alcohol) blend films. *Polymer Degradation and Stability*, 2010, vol. 95, p. 1226–1237.
8. ZHANG, L. *Physicochemical, morphological, and adhesion properties of sodium bisulfite modified soy protein components – B. S. Thesis*. Kansas, Manhattan: Kansas State University, 2008. [citirano 20. 04. 2011]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://krex.k-state.edu/dspace/bitstream/2097/1707/1/Lu-Zhang2008.pdf>>.
9. ZHANG, L., ZENG, M. Proteins as sources of materials. V *Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources*. Uredila M. N. Belgacem in A. Gandini. Oxford, Boston : Elsevier, 2008, p. 479–493.
10. SWAIN, S. N., BISWAL, S. M., NANDA, P. K., NAYAK, P. L. Biodegradable soy-based plastics: opportunities and challenges. *Journal of Polymers and the Environment*, 2004, vol. 12, p. 37.
11. RIJAVEC, T., ZUPIN, Ž. Soybean protein fibre. V *Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products*. Uredila D. Krezhova. Rijeka : InTech. 2011, p. 501–522. Dostopno na: <www.intechopen.com>.

12. ROBSON, R.M. Silk composition, structure and properties. V *Handbook of Fibre Science and Technology*, vol IV. Uredila M. Lewin in E.M. Pearce. New York : Marcel Dekker, 1985, p. 649–700.
13. BOYER, R. A., ROBINETTE, C. F., ATKINSON, W. T. *Artificial fibres and manufacture thereof*. US Patent 2,377,854 (1945).
14. LI, Y. The soybean protein fibre – a healthy & comfortable fibre for the 21st century. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2004, vol. 12 (2), p. 8–9.
15. MATHUR, M., HIRA, M. Speciality fibres – I: soybean protein fibre. *Man-made Textiles in India*, 2004, vol. 32, p. 365–369.
16. BROOKS, M. M. Soya bean protein fibres – past, present and future. V *Biodegradable and sustainable fibre*. Uredil R. S. Blackburn. Cambridge : Woodhead Publishing, 2005, p. 398–440.
17. SOLARO, R., CORTI, A., CHIELLINI, E. Biodegradation of poly(vinyl alcohol) with different molecular weights and degree of hydrolysis. *Polymers for Advanced Technologies*, 2000, vol. 11, p. 873–878.
18. PREMRAJ, R. in DOBLE, M. Biodegradation of polymers. *Indian Journal of Biotechnology*, 2005, vol. 4, p. 186–193.
19. SU, J. F., YUAN, X. Y., HUANG, Z. in XIA, W. L. Properties stability and degradation behaviours of soy protein isolate/poly(vinyl alcohol) blend films. *Polymer Degradation and Stability*, 2010, vol. 95, p. 1226–1237.
20. ZEE, M. van der. Biodegradability of polymers – mechanisms and evaluation methods. V *Handbook of biodegradable polymers*. Shawbury; Shrewsbury; Shropshire : Catia Bastioli, Rapra Technology, 2005, p. 1–32.
21. SIMONČIČ, B., TOMŠIČ, B. *Biorazgradnja tekstilnih vlaken in njihova protimikrobna zaščita*. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 2010.
22. ZUPIN, Ž., DIMITROVSKI, K. Mechanical properties of fabrics from cotton and biodegradable yarns bamboo, SPF, PLA in weft. V *Woven fabric engineering*. Uredila Polona Dobnik-Dubrovski. Rijeka: Sciyo, cop. 2010, poglavje 2, p. 25–46.
23. *Tekstilije – Ugotavljanje odpornosti tekstilij, ki vsebujejo celulozo, proti mikroorganizmom – Preskus z zemljo – 1. del: Ocena aperture zaviranja gnitja (ISO 11721-1:2001) SIST EN ISO 11721-1*.
24. BUKOŠEK, V. *Program »DINARA«: program izračuna in vrednotenja mehanskih in viskoelastičnih lastnosti vlaken iz diagrama specifična napetost/raztezek*. Ljubljana : NTF Oddelek za tekstilstvo, 1988.

Influence of Dyeing Cotton with Reactive Dye on Adsorption of Silver

Original Scientific Paper

Received October 2011 • Accepted December 2011

Abstract

The influence of reactive dyeing on the silver adsorption of antimicrobial agent RucoBac AGP on a cotton fabric was investigated for the research purpose. RucoBac AGP was applied on a cotton fabric using the exhaustion method. For a comparison, RucoBac AGP was applied on fabrics treated in a blank dye bath which contained all auxiliaries except for the dye. The quantity of silver, the antibacterial efficiency and wash-fastness were determined for functionalized fabrics. The whiteness and colour change of silver treated cotton fabrics were investigated as well. The research results show that dyeing with a reactive dye causes higher adsorption of silver on a bleached/mercerized cotton fabric and its antimicrobial efficiency. The changes in the whiteness and colour of the fabric are more visible when treating cotton with a higher concentration of RucoBac AGP.

Keywords: cotton, reactive dye, nanoparticles, silver, adsorption

Vodilni avtor/corresponding author:
dr. Marija Gorjanc
 tel.: + 386 1 200 32 55
 e-mail: marija.gorjanc@ntf.uni-lj.si

Marija Gorjanc, Marija Gorenšek
 Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,
 Oddelek za tekstilstvo

Vpliv barvanja bombaža z reaktivnim barvilom na adsorpcijo srebra

Izvirni znanstveni članek

Poslano oktober 2011 • Sprejeto december 2011

Izvleček

V raziskavi smo proučili vpliv reaktivnega barvila na bombažni tkanini na adsorpcijo srebra protimikrobnega sredstva RucoBac AGP, ki smo ga na tkanino nanašali po izčrpalnem postopku. Primerjalno smo RucoBac AGP nanesli tudi na tkanine, obdelane v slepi kopeli, ki je vsebovala vsa pomožna sredstva razen barvila. Funkcionaliziranim tkaninam smo določili vsebnost srebra, protimikrobno učinkovitost in pralno obstojnost. Proučili smo tudi vpliv obdelave bombaža s srebrom na belino in barvo bombaža. Raziskava je pokazala, da barvanje z reaktivnim barvilom vpliva na povečanje adsorpcije srebra na beljeno/mercerizirano bombažno tkanino in posledično na njeno protimikrobno učinkovitost. Spremembe beline in barve tkanine so opaznejše pri funkcionalizaciji tkanine z višjo koncentracijo RucoBac-a AGP.

Ključne besede: bombaž, reaktivno barvilo, nanodelci, srebro, adsorpcija

1 Uvod

Tekstilni materiali so zaradi svoje velike površine in zmožnosti za drženja vlage odlično okolje za razvoj mikroorganizmov. Ti lahko na tekstilih povzročajo milejše, estetske nevesčnosti, a tudi resnejše, z zdravjem povezane težave [1]. Tekstilni materiali s protimikrobnim učinkovanjem se uporabljajo za medicinske, vojaške in tehnične tekstilije, tekstilije za šport in prosti čas ter posteljno perilo [2–4]. Priprava kovinskih delcev nanovelikosti omogoča razvoj novih biocidov [5]. Pri nanotehnoških raziskavah v tekstil-

1 Introduction

Due to their large surface area and ability to retain moisture, textile materials provide an excellent environment for the microorganism growth. Microorganisms can cause from a milder, aesthetic unpleasantness to a serious, health-related problem [1]. Textile materials with an antimicrobial effect are used for medical, military and technical textiles, textiles for sports and leisure, and bedding [2–4]. The preparation of metal nanoparticles enables the development of new biocides [5]. At nanotechnology researches in textiles, different forms of silver were used, e.g. metal silver nanoparticles, silver chloride (AgCl) and composite particles of silver and titanium dioxide (Ag-TiO₂) [6–22]. In the case of antimicrobial efficiency, the surface coating of nanosilver on titanium dioxide maximizes the number of particles per unit area in comparison with the use of an equal mass fraction of pure silver [23, 24]. When dealing with researches of deposition of silver onto different substrates, it is important to understand the adhesion of particles, which is dependent on the interaction mechanism with a material. The mechanism of nanoparticle adhesion has not been completely explained yet, since there are many different opinions among the theorists on the subject. Thus, it is generally considered that attractive forces and chemical bonds play an important role in the adhesion of particles [25]. The physical or mechanical adhesion of nanoparticles mostly occurs due to van der Waals or electrostatic forces, while the chemical adhesion of particles is a consequence of ionic, covalent, metallic and hydrogen bonds [26]. Moreover, the nanoparticles can penetrate into certain parts of the substrate, such as pores, holes and crevices, and they lock mechanically to the substrate. This adhesion mechanism, which is called mechanical interlocking, has been understood from the perspective of surface roughness effects [27]. The increased adsorption of nanoparticles on textile materials can be achieved by using different techniques of nanoparticle applications, e.g. exhaustion procedure, the use of a matrix and a prolonged treatment time of textiles in the silver nanoparticles containing bath [6, 14, 17]. The

stvu so bile uporabljene različne oblike srebra, kot so kovinski nanodelci, srebrov klorid (AgCl) ter kompoziti srebra in titanovega dioksida (Ag-TiO₂) [6–22]. Pri protimikrobni aktivnosti se pri površinsko vezanem srebru na TiO₂ poveča število srebrih nanodelcev na enoto površine v primerjavi z uporabo enakega masnega deleža čistega srebra [23, 24].

Pri raziskovanju nanašanja delcev na različne substrate je pomembno razumevanje adhezije delcev, ki je odvisna od mehanizma interakcij z materialom. Mehanizem adhezije nanodelcev še vedno ni popolnoma razjasnjen, zato med teoretiki obstaja o tej temi veliko različnih mnenj. Vendar pa na splošno velja, da na adhezijo vplivajo privlačne sile in kemijske vezi [25]. Fizikalna oz. mehanska adhezija delcev na površino substratov je v večini primerov posledica van der Waalsovih ali elektrostatskih sil, medtem ko je kemijska adhezija delcev na površino substratov posledica ionskih, kovalentnih, kovinskih ali vodikovih vezi [26]. Poleg adhezije delcev na površino substrata lahko srebrovi nanodelci penetrirajo v določene dele substrata, kot so pore, luknje, žlebiči in medvlakenski prostori, kjer se lahko povsem mehansko vežejo na substrat. Takšno mehansko vezanje nanodelcev je še posebno značilno za površinsko bolj hrapave substrate [27]. Adsorpcijo nanodelcev na tekstilije lahko povečamo z uporabo različnih načinov nanosa nanodelcev, kot so izčrpalni postopek, uporaba sredstev za zamreženje ali podaljšan čas obdelave tekstilije v kopeli, ki vsebuje nanodelce [6, 14, 17]. Povečanje adsorpcije nanodelcev na tekstilije lahko dosežemo tudi s predpripravo tekstilije, kot je npr. uporaba plazemske tehnologije [7–9]. Ugotovljeno je bilo, da na povečanje adsorpcije nanodelcev srebra vpliva tudi barvanje bombaža z redukcijskimi barvili [28].

V raziskavi smo beljeno/mercerizirano bombažno tkanino funkcionalizirali z barvanjem in nanodelci srebra. Namen naše raziskave je bil proučiti vpliv barvanja bombažne tkanine z reaktivnim barvilom na povečanje adsorpcije srebra iz kopeli. V ta namen smo raziskavo opravili na slepo barvani in z reaktivnim barvilom barvani bombažni tkanini. Tkaninam smo določali protimikrobno učinkovitost in pralno obstojnost tkanin, obdelanih z nanodelci. Proučili smo tudi vpliv funkcionalizacije bombaža s srebrom na belino in barvo bombaža.

2 Eksperimentalni del

Vzorci beljene/mercerizirane bombažne tkanine, v vezavi platno (119,2 g/m², osnova: 52 niti/cm, votek: 26 niti/cm) smo barvali oz. slepo barvali in jih nato obdelali s protimikrobnim sredstvom. Tkanine smo barvali z bireaktivnim barvilom Cibacron deep red S-B (Ciba) pri kopelnem razmerju 1 : 20. Barvalna kopel je vsebovala 0,5 % barvila, 30 g/l Na₂SO₄ (Carlo Erba) in 8 g/l Na₂CO₃ (Carlo Erba). Po barvanju so sledile naknadne obdelave: izpiranje z destilirano vodo, nevtralizacija z 1 ml/l CH₃COOH 30 % (Sigma-

increased adsorption of nanoparticles onto textiles can also be achieved by using the plasma technology as a surface pre-treatment [7–9]. It was established that the dyeing of cotton with a vat dye increases the adsorption of silver nanoparticles [28].

For the research, a bleached and mercerized cotton fabric was functionalized with dyeing and silver nanoparticles. The purpose of our research was to investigate the influence of reactive dyeing on the adsorption of silver on a cotton fabric. The quantity of silver, the antibacterial efficiency and wash fastness were determined for blank dyed and dyed cotton fabrics treated with nanosilver. The influence of functionalization with silver on the whiteness and colour of cotton was investigated as well.

2 Experimental

The samples of a bleached/mercerized cotton fabric in plane weave (119.2 g/m², warp: 52 threads/cm, weft: 26 threads/cm) were first dyed or blank dyed, and then treated with an antimicrobial agent. The cotton samples were dyed with a bi-reactive dye Cibacron deep red S-B (Ciba). The liquor ratio 20 : 1, 0.5% of dye, 30 g/l Na₂SO₄ (Carlo Erba) and 8 g/l Na₂CO₃ (Carlo Erba) were used. After the dyeing, the samples were after-treated, i.e. rinsed with distilled water, neutralized with 1 ml/l CH₃COOH 30% (Sigma-Aldrich) and soaped with 1 g/l Cibapon R (Ciba). The samples were finally rinsed with cold distilled water. The dyeing procedure and after-treatments are presented in Figure 1.

As the antimicrobial treatment of cotton, a commercial form of nanoparticles RucoBac AGP (Rudolph Chemie) [29] was used. RucoBac AGP (RB) is a hygienic finish for all fibre types. It is highly a concentrated hygiene and freshness system complying with the Öko-Tex standard 100. RB is a nano-dispersion of titanium dioxide (TiO₂) as the carrier of the active component silver chloride (AgCl). The recommended concentration of RB is 0.2–0.5%. For our research, the lowest recommended concentration, i.e. 0.2%, was used. For a comparison, 0.1% of RB was used, which represents a half of the lowest concentration recommend-

-Aldrich), miljenje z 1 g/l Cibapon R (Ciba) in ponovno izpiranje z destilirano vodo. Diagram barvanja in naknadnih obdelav je predstavljen na sliki 1.

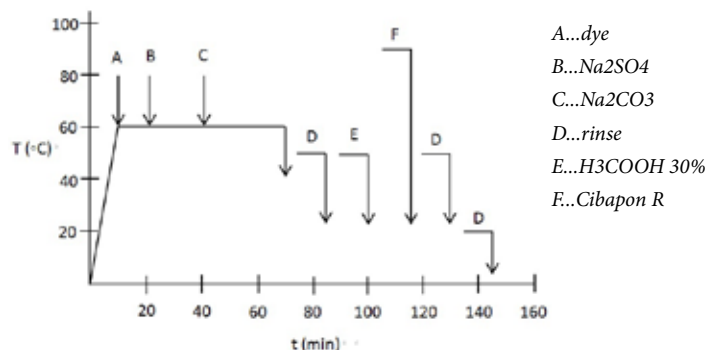


Figure 1: Dyeing procedure for Cibacron deep red S-B and after-treatments

Za protimikrobno obdelavo smo uporabili trgovsko obliko nanodelcev RucoBac AGP (Rudolph Chemie), ki je higienska apretura za vse vrste vlaken [29]. RucoBac AGP (RB) zagotavlja higieno in svežino tekstilij ter je skladen z Öko-Tex 100. RB je nanodisperzija kompozita titanovega dioksida (TiO₂) v kombinaciji z aktivno komponento srebrovega klorida (AgCl). Priporočena koncentracija RB je od 0,2 do 0,5 %. Za raziskavo smo uporabili najnižjo priporočeno koncentracijo RB (0,2 %). Za primerjavo smo uporabili tudi 0,1 % RB, kar pomeni za polovico nižjo koncentracijo od najnižje, ki jo predpisuje izdelovalec sredstva. Vzrok za tako odločitev je bilo preverjanje možnosti doseganja dobrega protibakterijskega učinka bombažne tkanine z uporabo zelo nizke koncentracije srebrovega kompozita. RB smo na vzorce tkanine nanašali po izčrpalnem postopku pri naslednjih pogojih: kopelno razmerje (KR) = 1 : 10, T = 50 °C in t = 30 min. Sledilo je štiriminutno sušenje tkanin pri 130 °C. RucoBac AGP smo nanašali na slepo barvane in barvane bombažne tkanine.

Funkcionalizirane vzorce smo 10-krat prali v Launder-o-metru pri naslednjih pogojih: KR = 1 : 50, T = 60 °C, t = 30 min, 5 g/l standardiziranega pralnega sredstva (ECE phosphate reference detergent B) in 2 g/l Na₂CO₃ [30]. Po pranju je sledilo dvakratno izpiranje z destilirano vodo in desetminutno izpiranje pod tekočo vodo. Vzorce smo posušili na zraku pri sobni temperaturi.

Na tkaninah smo z analizo metodo masne spektroskopije z induktivno sklopljeno plazmo (ICP-MS) spremljali količino adsorbiranega srebra in primerjali slepo barvane in barvane vzorce. Analizo ICP-MS smo opravili pred pranjem vzorcev in po njem.

Protimikrobno učinkovitost različno funkcionaliziranih nepranih in pranih bombažnih tkanin smo ugotavljali po metodi ASTM: E 2149-01 [31], ki je priporočena metoda izdelovalca RucoBac-a AGP, na *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli*

ed by the agent producer. The reason for such a decision was to verify the possibility in achieving good antibacterial efficiency of a cotton fabric with the use of a very low concentration of a silver composite. The exhaustion method was used for the deposition of RB onto blank dyed and dyed cotton samples. The liquor ratio was 10 : 1, and the treatment time 30 min at 50 °C. Afterwards, the samples were dried at 130 °C for 4 min.

The samples were tested for wash-fastness in an AATCC Atlas Launder-O-Meter Standard Instrument. The samples were washed repetitively 10 times at 60 °C in a solution of 5 g/l standard detergent (ECE phosphate reference detergent B) and 2 g/l Na₂CO₃ [30]. The duration of washing cycles was 30 min. After the washing, the samples were rinsed twice in cold distilled water, held under cold tap water for 10 min, wrung out and dried at a room temperature.

The quantity of silver on cotton samples was determined using inductively coupled plasma mass spectroscopy (ICP-MS). Blank dyed and reactive dyed cotton samples were compared. The ICP-MS analysis was applied before and after the washing of samples.

The antimicrobial effectiveness of different functionalized unwashed and washed samples was determined according to the test method ASTM: E 2149-01 [31], recommended by the producer RucoBac AGP, against *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Streptococcus faecalis* (ATCC 27853) and *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853). The bacterial reduction (R) was calculated using Equation 1; where A is the Colony-forming unit (CFU) per millilitre for the flask containing the treated substrate after 1 hour contact time and B is the CFU per millilitre for the flask to determine A before the addition of the treated substrate (time "0"). The value of bacterial reduction must exceed 60% for a fabric to have satisfactory antimicrobial effectiveness.

The whiteness index and whiteness tint were determined for blank dyed samples based on the CIE measurements of reflectance values by using the spectrophotometer Spectraflash 600 Plus-CT (Datacolor). The measurements were made under the following conditions: size of measurement port 9 mm, observation angle

(ATCC 25922), *Streptococcus faecalis* (ATCC 27853) in *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853). Bakterijsko redukcijo (R) smo izračunali po enačbi 1:

$$R (\%) = \frac{B - A}{B} \times 100, \quad (1)$$

kjer je A število bakterijskih kolonij v suspenziji po enournem stiku suspenzije s substratom in B število bakterijskih kolonij v suspenziji brez stika s substratom. Vrednost bakterijske redukcije za zadovoljivo protimikrobno delovanje mora biti višja od 60 %.

Slepo barvanim vzorcem smo z uporabo spektrofotometra Spectraflash 600 Plus-CT (Datacolor) na podlagi meritev CIE barvnih vrednosti določili stopnjo in odtенок beline. Meritve smo opravili pri naslednjih pogojih: velikost odprtine 9 mm, kot opazovalca 10°, standardna svetloba D 65 in izklopljena zrcalna komponenta. Stopnjo beline (WI) smo izračunali po enačbi 2 [32].

$$WI = Y + 800 \cdot (x_{n,10} - x) + 1700 \cdot (y_{n,10} - y), \quad (2)$$

kjer je Y standardizirana barvna vrednost, x, y, sta standardizirana barvna deleža, $x_{n,10}$, $y_{n,10}$ sta vrednosti belega standarda.

Odtенок beline (TV) smo izračunali po enačbi 3.

$$TV = 900 \cdot (x_{n,10} - x) - 650 \cdot (y_{n,10} - y) \quad (3)$$

Vrednosti WI in TV smo določili za slepo barvane neobdelane in z RucoBac-om AGP funkcionalizirane vzorce.

Tkaninam, obarvanim z reaktivnim barvilom, smo določili barvo, ki smo jo ovrednotili s pomočjo refleksijskega spektrofotometra Spectraflash 600 Plus-CT in z uporabo barvnega sistema CIE L*a*b*. Barvo vzorcev smo določili tako neobdelanim kot z RucoBac-om AGP funkcionaliziranim vzorcem. Meritve smo opravili pri enakih pogojih kot meritve beline, le s to razliko, da je bila zrcalna komponenta vklopljena. Barvno razliko med neobdelanim barvanim vzorcem in z RucoBac-om AGP funkcionaliziranim vzorcem smo izračunali po enačbi 4 [33]:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}, \quad (4)$$

kjer je ΔL^* razlika v svetlosti, Δa^* razlika na rdeče-zeleni osi in Δb^* razlika na rumeno-modri osi med standardom in vzorcem.

3 Rezultati z razpravo

V preglednici 1 so predstavljeni oznake in opisi obdelave preiskovanih bombažnih vzorcev.

Table 1: Marking and description of cotton samples

Sample marking	Sample description
B	Blank dyed sample
B_0.1	Blank dyed sample, treated with 0.1% RucoBac AGP
B_0.1_w	Blank dyed sample, treated with 0.1% RucoBac AGP, washed
B_0.2	Blank dyed sample, treated with 0.2% RucoBac AGP
B_0.2_w	Blank dyed sample, treated with 0.2% RucoBac AGP, washed
D	Dyed sample
D_0.1	Dyed sample, treated with 0.1% RucoBac AGP
D_0.1_w	Dyed sample, treated with 0.1% RucoBac AGP, washed
D_0.2	Dyed sample, treated with 0.2% RucoBac AGP
D_0.2_w	Dyed sample, treated with 0.2% RucoBac AGP, washed

Table 2: Quantity of Ag (mg/kg) and antimicrobial efficiency, expressed as bacterial reduction (R), of bleached/mercerized cotton fabrics

Sample	Ag (mg/kg)	R (%)			
		<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. faecalis</i>	<i>P. aeruginosa</i>
B	0	—	—	—	—
B_0.1	1.50 ± 0.30	—	—	—	—
B_0.1_w	0.42 ± 0.08	—	—	—	—
B_0.2	6.70 ± 1.30	—	98	—	—
B_0.2_w	1.20 ± 0.20	—	—	—	—
D	0	—	—	—	—
D_0.1	8.90 ± 1.80	100	100	100	100
D_0.1_w	2.20 ± 0.40	—	—	—	—
D_0.2	15.00 ± 3.00	100	100	100	100
D_0.2_w	2.30 ± 0.50	—	—	—	—

B...blank dyed, D...dyed, 0.1...0.1% ...RucoBac AGP, 0.2...0.2% RucoBac AGP, w...washed, —...reduction less than 60%

10°, standard light D 65 and excluded specular. The whiteness index (WI) was calculated using Equation 2 [32], where Y denotes the tristimulus value of the sample, x , y denote the chromaticity coordinates of the sample and $x_{n,10^\circ}$, $y_{n,10^\circ}$ denote the chromaticity coordinates of a white standard.

V preglednici 2 so podani rezultati analize ICP-MS in protimikrobne analize preiskovanih vzorcev.

Iz preglednice 2 je razvidno, da se količina srebra na bombažni tkanini povečuje z naraščajočo koncentracijo RB v kopeli. Slepo barvan vzorec, ki je bil obdelan z 0,1 % RB, vsebuje $1,5 \pm 0,3$ mg/kg srebra, medtem ko slepo barvan vzorec, obdelan z 0,2 % RB, vsebuje $6,7 \pm 1,3$ mg/kg srebra. Enako opazimo tudi pri barvanih

The whiteness tint (TV) was calculated using Equation 3.

The values of WI and TV were determined for blank dyed untreated and RucoBac AGP functionalized samples.

The colour of samples dyed with a reactive dye was determined based on the CIELAB colour system measured with the spectrophotometer Spectraflash 600 Plus-CT. The colour of samples was determined for untreated samples and for samples functionalized with RucoBac AGP. The measurements of colour were made under the same conditions as the measurements of whiteness with the exception of the specular being included. The colour difference (ΔE^*) between the untreated dyed sample and dyed sample functionalized with RucoBac AGP was calculated using Equation 4 [33], where ΔL^* is the difference in lightness, Δa^* is the difference on the red-green axis and Δb^* is the difference on the yellow-blue axis between a standard and a sample.

3 Results and discussion

The markings and descriptions of cotton samples are presented in Table 1.

The results of the ICP-MS and antimicrobial analysis of samples are presented in Table 2.

The quantity of silver on a cotton fabric is increasing with a higher concentration of RucoBac AGP (RB) used in the bath (cf. Table 2). The blank dyed sample treated with 0.1% RB contains 1.5 ± 0.3 mg/kg of silver, while the blank dyed sample treated with 0.2% RB contains 6.7 ± 1.3 mg/kg of silver. The same trend is noticed on the samples dyed with a reactive dye. The quantity of silver on cotton is different when comparing blank dyed and reactive dyed samples. The dyed samples contain a much higher quantity of silver than the blank dyed samples. In the case of treating cotton with 0.1% RB, the quantity of silver on a dyed sample is by almost six times higher than on a blank dyed sample (from 1.5 ± 0.3 mg/kg to 8.9 ± 1.8 mg/kg) and by two times higher in the case of treatment with 0.2% RB (from 6.7 ± 1.3 mg/kg to 15 ± 3 mg/kg of silver). RB is a nano-dispersion composite of titanium dioxide (TiO_2) in the combination of an active component of

vzorcih. Vsebnost srebra se na bombažnih vzorcih poveča tudi tedaj, ko smo vzorec pred obdelavo z RB barvali z reaktivnim barvilom. Barvani vzorci vsebujejo bistveno večjo količino srebra kot slepo barvani vzorci. Tako se pri obdelavi vzorca z 0,1 % RB vsebnost srebra na barvanem vzorcu poveča skoraj šestkratno (na $8,9 \pm 1,8$ mg/kg) in pri obdelavi z 0,2 % RB se poveča dvakratno (na 15 ± 3 mg/kg). RB je nanodisperzija kompozita titanovega dioksida (TiO_2) v kombinaciji z aktivno komponento srebrovega klorida (AgCl) [29]. Ob prisotnosti vlage srebrovi kationi reagirajo s funkcionalnimi hidrosilnimi skupinami celuloznih vlaken ter se nanje vežejo z elektrostatskimi vezmi. Reaktivna barvila so anionska barvila, ki priskrbijo sulfonske kisle skupine, na katere se lahko veže kationsko protimikrobno sredstvo [34]. Zato je mogoče sklepati, da se RB veže na bombažno vlakno prek sulfonskih skupin kovalentno vezanega barvila, kot tudi prek delno ioniziranih hidrosilnih in karboksilnih skupin, prisotnih na vlaknu. Vzorci, ki vsebujejo manj kot 6 mg/kg srebra, ne kažejo zadostne protimikrobne učinkovitosti. Slepo barvan vzorec, obdelan z 0,2 % RB (vzorec B_0.2), kaže odlično protimikrobno učinkovitost na *Escherichia coli*, vendar pa vsebnost $6,7 \pm 1,3$ mg/kg srebra ne zadošča za doseganje učinkovite protimikrobne zaščite vzorca na druge bakterije. Barvana vzorca D_0.1 in D_0.2, ki vsebujeta $8,90 \pm 1,80$ oz. $15,00 \pm 3,00$ mg/kg srebra, pa že kažeta odlično protimikrobno učinkovitost proti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* in *Pseudomonas aeruginosa*.

Vpliv pranja na obstojnost funkcionalizacije bombaža z RB je razviden iz rezultatov analize ICP-MS v preglednici 2. Po desetkratnem pranju pri 60 °C v Launder-o-metru se količina srebra na bombažnih vzorcih zmanjša ne glede na to, ali so bili slepo barvani ali barvani z barvilom. Rezultati so v skladu z rezultati drugih raziskovalcev, ki so prav tako ugotovili, da se s pranjem srebro s tkanin odstrani. Oprani vzorci nimajo protimikrobne učinkovitosti, saj vsebujejo premalo srebra (od $0,42 \pm 0,08$ mg/kg do $2,30 \pm 0,50$ mg/kg).

Nanos RB na beljeno/mercerizirano bombažno tkanino vpliva na belino vzorca. Z višanjem koncentracije RB v kopeli se stopnja beline (WI) slepo barvanih vzorcev znižuje, odtenek beline (TV) pa ostaja nespremenjen (preglednica 3). Tako znaša WI neobdelanega slepo barvanega vzorca 81,44, slepo barvanega vzorca, funkcionaliziranega z 0,2 % RB, pa 79,81. Obdelava bombaža z RB vpliva tudi na barvo barvanega vzorca (preglednica 4). Z naraščajočo koncentracijo RB v kopeli postajajo barvani vzorci temnejši, bolj rdeči in bolj rumeni. Barvna razlika med neobdelanim barvanim vzorcem (vzorec D) in barvanim vzorcem, obdelanim z 0,1 % RB (vzorec D_0.1), znaša $\Delta E^* = 1,49$. Barvna razlika je po uporabi 0,2 % RB večja in znaša $\Delta E^* = 1,73$.

silver chloride (AgCl) [29]. In the presence of moisture, silver cations react with hydroxyl functional cellulosic groups and are attached to each other electrostatically. The presence of a reactive dye on cotton and the introduction of additional covalently bound sulfonic acid groups will facilitate the uptake of a cationic antimicrobial agent [34]. Therefore, it is possible to conclude that RB is bound to the cotton surface through sulfonic groups of a covalently bound dye and through partially ionized hydroxyl and carboxyl groups present on the fibre. The samples containing less than 6 mg/kg of silver do not show satisfactory antimicrobial efficiency. The blank dyed sample treated with 0.2% RB (Sample B_0.2) shows excellent antimicrobial efficiency against *Escherichia coli*, whereas the quantity of silver 6.7 ± 1.3 mg/kg was not sufficient for the antimicrobial protection against other bacteria. The dyed samples D_0.1 and D_0.2, containing 8.90 ± 1.80 mg/kg and 15.00 ± 3.00 mg/kg, respectively, already show excellent antimicrobial efficiency against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* and *Pseudomonas aeruginosa*.

The ICP-MS measurements of the silver quantity determined on cotton RB functionalized fabrics before and after ten repetitive washings (cf. Table 2) show poor wash-fastness of RB regardless if samples were blank dyed or dyed with a reactive dye. These results are in accordance with the results of other researchers who have also established that silver is removed with washing. The washed samples do not show antimicrobial efficiency since they contain too low quantity of silver (from 0.42 ± 0.08 mg/kg to 2.30 ± 0.50 mg/kg).

The application of RB on a bleached/mercerized cotton fabric influences the fabric whiteness. By increasing the concentration of RB in the bath, the whiteness index (WI) decreases while the whiteness tint (TV) remains the same (cf. Table 3). For an untreated blank dyed sample, WI is 81.44 and 79.81 for a blank dyed sample functionalized with 0.2% RB.

The treatment of cotton with RB also influences the colour of reactive dyed sample (cf. Table 4). By increasing the concentration of RB, the dyed samples become darker, redder and yellower. The colour difference of the untreated

Table 3: Whiteness index (WI) and tint (TV) of blank dyed cotton fabrics

Sample	WI	TV
B	81.44	-0.25
B_0.1	80.61	-0.25
B_0.2	79.81	-0.23

B ... slepo barvan, 0.1 ... 0,1% RucoBac AGP, 0.2 ... 0,2% RucoBac AGP

Table 4: CIEL*a*b* values of colour coordinates and colour differences (ΔE^*) of dyed cotton fabrics

Sample	L*	a*	b*	ΔE^*
D	45.41	50.42	0.55	-
D_0.1	44.28	50.43	1.52	1.49
D_0.2	44.10	50.60	1.67	1.73

D ... barvan, 0.1 ... 0,1% RucoBac AGP, 0.2 ... 0,2% RucoBac AGP

4 Sklepi

Proučevali smo vpliv barvanja z reaktivnim barvilom na adsorpcijo srebra na beljeno/mercerizirano bombažno tkanino. Kot vir nanodelcev srebra smo uporabili nanodisperzijo RucoBac AGP, ki smo jo na tkanino nanašali po izčrpalnem postopku. Vpliv adsorpcije srebra na tkanino smo proučili s primerjavo rezultatov analize metode ICP-MS slepo barvanih in barvanih tkanin, na katere smo nanašali RucoBac AGP v dveh koncentracijah. Vsebnost srebra na tkaninah smo spremljali tudi po desetkratnem pranju. Z mikrobiološkimi testi smo ugotavljali protimikrobno učinkovitost različno funkcionaliziranih nepranih in pranih bombažnih tkanin. Iz rezultatov smo ugotovili, da barvani vzorci vsebujejo bistveno večjo količino srebra kot slepo barvani vzorci. Barvani vzorci, obdelani z RucoBac-om AGP, kažejo odlično protimikrobno učinkovitost na *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* in *Pseudomonas aeruginosa*. Višja količina srebra na tkanini pomeni tudi boljšo protimikrobno učinkovitost. Po desetkratnem pranju se vsebnost srebra na vzorcih zmanjša ne glede na način funkcionalizacije. S spektrofotometrom smo določili belino in odtenek beline slepo barvanih vzorcev ter barvne vrednosti barvanih vzorcev. Pri uporabi višje koncentracije RucoBac-a AGP je opazna sprememba v belini in barvi vzorca, kar pa ne poslabša videza tkanine. Barvanje z reaktivnimi barvili se je izkazalo kot učinkovita in preprosta metoda za doseganje povečanja adsorpcije srebra na bombažni substrat, s čimer se doseže zadostna protimikrobna učinkovitost tekstilije že z zelo nizkimi koncentracijami srebra v kopeli,

dyed sample (Sample D) and the dyed sample treated with 0.1% RB (Sample D_0.1) is $DE^* = 1.49$. After treating the dyed sample with 0.2% RB, the colour difference is even higher ($DE^* = 1.73$).

4 Conclusions

The influence of reactive dyeing on the adsorption of silver on a bleached/mercerized cotton fabric was investigated. The source of silver nanoparticles was nano-dispersion RucoBac AGP. The exhaustion method was used to load RucoBac AGP in two concentrations on a cotton fabric. The adsorption of silver on cotton was investigated on blank dyed and reactive dyed samples by comparing the ICP-MS results. The quantity of silver on cotton was examined after ten repetitive washings. Microbiological tests were used to examine the antimicrobial efficiency of differently functionalized unwashed and washed samples. From the result, it can be concluded that the reactive dyed samples contain higher quantity of silver than the blank dyed samples. The dyed samples treated with RucoBac AGP also show excellent antimicrobial efficiency against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* and *Pseudomonas aeruginosa*. A higher quantity of silver on a fabric gives better antimicrobial efficiency. The results also show poor wash-fastness of RucoBac AGP regardless of the treatment. The whiteness index and tint of blank dyed samples and colour values of reactive dyed samples was determined using a spectrophotometer. When using a higher concentration of RucoBac AGP, there is a noticeable change in the whiteness and colour of the sample, while the change does not impair the appearance of the fabric.

The dyeing with a reactive dye has proved to be an effective and a simple method in increasing the silver nanoparticle adhesion on a cotton substrate in order to achieve sufficient antimicrobial efficiency of a textile using a very low concentration of silver in the bath, which also has a severe impact on reduced water pollution with silver nanoparticles.

kar seveda močno vpliva na zmanjšano onesnaževanje odpadnih voda s srebrom.

Zahvala

Raziskavo sta finančno podprla Agencija za raziskovalno dejavnost Slovenije (program Tekstilije in ekologija, program Mladi raziskovalec) in mednarodni projekt Eureka Nanovision.

5 Literatura

1. CHADEAU, E., OULAHAL, N., DUBOST, L., FAVERGEON, F., DEGRAEVE, P. Anti-Listeria innocua activity of silver functionalised textile prepared with plasma technology. *Food control*, 2010, vol. 21 (4), p. 505–512.
2. ANAND, S. C., KENNEDY, J. F., MIRAFYTAB, M., RAJENDRAN, S. *Medical textiles and biomaterials for healthcare*. Cambridge : Woodhead publishing limited, 2006, 508 p.
3. GORENŠEK, M., GORJANC, M., BUKOŠEK, V., KOVAČ, J., PETROVIĆ, Z., PUJAČ, N. Functionalization of polyester fabric by Ar/N₂ plasma and silver. *Textile research journal*, 2010, vol. 80 (16), p. 1633–1642.
4. SIMONČIČ, B., TOMŠIČ, B. Biorazgradnja tekstilnih vlaken in njihova protimikrobna zaščita. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 2010, 94 p.
5. SIMONČIČ, B., TOMŠIČ, B. Structures of novel antimicrobial agents for textiles – a review. *Textile research journal*, 2010, vol. 80 (16), p. 1721–1737.
6. GORENŠEK, M., RECELJ, P. Reactive dyes and nano-silver on PA6 micro knitted goods. *Textile research journal*, 2009, vol. 79 (2), p. 138–146.
7. GORENŠEK, M., GORJANC, M., BUKOŠEK, V., KOVAČ, J., JOVANČIČ, P., MIHAILOVIČ, D. Functionalization of PET fabrics by corona and nano silver. *Textile research journal*, 2010, vol. 80 (3), p. 253–262.
8. GORJANC, M., BUKOŠEK, V., GORENŠEK, M., MOZETIČ, M. CF₄ plasma and silver functionalized cotton. *Textile research journal*, 2010, vol. 80 (20), p. 2204–2213.
9. GORJANC, M., BUKOŠEK, V., GORENŠEK, M., VESEL, A. The influence of water vapor plasma treatment on specific properties of bleached and mercerized cotton fabric. *Textile research journal*, 2010, vol. 80 (6), p. 557–567.
10. KVITEK, L., PANACEK, A., SOUKUPOVA, J., KOLAR, M., VECEROVA, R., PRUCEK, R., HOLECOVA, M., ZBORIL, R. Effect of surfactants and polymers on stability and antibacterial activity of silver nanoparticles (NPs). *Journal of physical chemistry C*, 2008, vol. 112 (15), p. 5825–5834.
11. TOMŠIČ, B., SIMONČIČ, B., CVIJN, D., OREL, B., ZORKO,

Acknowledgments

The research was financially supported by Slovenian research agency (programme Textiles and ecology, PhD programme) and the international project Eureka Nanovision.

- M., SIMONČIČ, A. Elementary nano sized silver as antibacterial agent. *Tekstilec*, 2008, vol. 51 (7-9), p. 199–215.
12. VERTELOV, G., KRUTYAKOV, Y., EFREMENKOVA, O., OLENIN, A., LISICHKIN, G. A versatile synthesis of highly bactericidal Myramistin stabilized silver nanoparticles. *Nanotechnology*, 2008, vol. 19 (35), art.no. 355707.
 13. CHOI, O., DENG, K., KIM, N., ROSS, L., SURAMPALLI, R., HU, Z. The inhibitory effects of silver nanoparticles, silver ions and silver chloride colloids on microbial growth. *Water research*, 2008, vol. 42 (12), p. 3066–3074.
 14. KLEMENČIČ, D., SIMONČIČ, B., TOMŠIČ, B., OREL, B. Biodegradation of silver functionalised cellulose fibers. *Carbohydrate polymers*, 2010, vol. 80, p. 426–435.
 15. TOMŠIČ, B., SIMONČIČ, B., ŽERJAV, M., SIMONČIČ, A. A low nutrition medium improves the determination of fungicidal activity of AgCl on cellulose fibres. *Tekstilec*, 2008, vol. 51 (7–9), p. 231–241.
 16. MATYJAS-ZGONDEK, E., BACCIARELLI, A., RYBICKI, E., SZYNKOWSKA, M. I., KOŁODZIEJCZYK, M. Antibacterial properties of silver-finished textiles. *Fibres and textiles in Eastern Europe*, 2008, vol. 16 (5), p. 101–107.
 17. TOMŠIČ, B., SIMONČIČ, B., OREL, B., ŽERJAV, M., SCHROERS, H.-J., SIMONČIČ, A., SAMARDŽIJA, Z. Antimicrobial activity of AgCl embedded in a silica matrix on cotton fabric. *Carbohydrate polymers*, 2009, vol. 75 (4), p. 618–626.
 18. GAVRILIU, S., LUNGU, M., ENESCU, E., GAVRILIU, L. Composite nanopowder for antibacterial textiles. *Industria textila*, 2010, vol. 61 (2), p. 86–90.
 19. MESSAOUD, M., CHADEAU, E., BRUNON, C., BALLEST, T., RAPPENNE, L., ROUSSEL, F., LEONARD, D., OULAHAL, N., LANGLET, M. Photocatalytic generation of silver nanoparticles and application to the antibacterial functionalization of textile fabrics. *Journal of photochemistry and photobiology A-chemistry*, 2010, vol. 215 (2–3), p. 147–156.
 20. YURANOVA, T., RINCON, A. G., PULGARIN, C., LAUB, D., XANTOPOULOS, N., MATHIEU, H.-J., KIWI, J. Performance and characterization of Ag-cotton and Ag/TiO₂ loaded textiles during the abatement of E. coli. *Journal of photochemistry and photobiology A-chemistry*, 2006, vol. 181 (2–3), p. 363–369.
 21. MONTAZER, M., BEHZADNIA, A., PAKDEL, E., KARIM RAHIMI, M., BAMENI MOGHADAM, M. Photo induced silver on nano titanium dioxide as an enhanced antimicrobial agent for wool. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 2011, vol. 103, p. 207–214.
 22. LI, G., LIU, H., ZHAO, H., GAO, Y., WANG, J., JIANG, H., BOUGHTON, R. I. Chemical assembly of TiO₂ and TiO₂@Ag nanoparticles on silk fiber to produce multifunctional fabrics. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2011, vol. 358, p. 307–315.

23. RIMAI, D. S., QUESNEL, D. J., BUSNAINA, A. A. The adhesion of dry particles in the nanometer to micrometer-size range. *Colloids and surfaces A: Physicochemical and engineering aspects*, 2000, vol. 165 (1-3), p. 3–10.
24. DASTJERDI, R., MOJTAHEDI, M. R. M., SHOSHTARI, A. M. Investigating the effect of various blend ratios of prepared masterbatch containing Ag/TiO₂ nanocomposite on the properties of bioactive continuous filament yarns. *Fibers and polymers*, 2008, vol. 9 (6), p. 727–734.
25. KINLOCH, A. J. The science of adhesion: Part 1: Surface and interfacial aspects. *Journal of materials science*, 1980, vol. 15, p. 2141–2166.
26. WU, S. *Polymer interface and adhesion*. New York : Marcel Dekker, 1982, 630 p.
27. MARSH, D. H., RILEY, D. J., YORK, D., GRAYDON, A. Sorption of inorganic nanoparticles in woven cellulose fabrics. *Particuology*, 2009, vol. 7 (2), p. 121–128.
28. GORJANC, M., KOVAČ, F., GORENŠEK, M. The influence of vat dyeing on the adsorption of synthesized colloidal silver onto cotton fabrics. *Textile research journal*, 2011, vol. 82 (1), p. 62–63.
29. The ultimate hygienic finish for textiles. Rudolph Chemie, Rudolph Info 5/07, 2007, 12 pp.
30. ISO105-C01:1989(E) standard method.
31. ASTM Designation: E 2149-01 method.
32. MCDONALD, R. *Colour physics for industry*. 2nd edition. Bradford : Society of dyers and colourists, 1997, p. 202.
33. GOLOB, V., GOLOB, D. *Interdisciplinarnost barve 1. del v znanosti*. Uredila Jeler, S. in Kumar, M. Maribor: Društvo koloristov Slovenije, 2001, p. 199–230.
34. KAWABATA, A., TAYLOR, J. A. Effect of reactive dyes upon the uptake and antibacterial action of poly(hexamethylene biguanide) on cotton. Part 1: Effect of bis(monochlorotriazinyl) dyes. *Coloration technology*, 2004, vol. 120 (5), p. 213–219.

Making of Safety Vest Prototype

Professional Paper

Received August 2011 • Accepted December 2011

Abstract

Smart textiles, from fibres to fabrics with integrated special electronics, are nowadays used to develop smart clothing. In this paper, some examples for future design and development are presented. The “safety vest” with integrated photovoltaic cells and LED lights is included as well. The prototype of a “safety vest” was developed at the Department of Textiles, Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana and was presented at the LOPE-C Conference (Large Area Organic & Printed Electronic Convention) in Frankfurt as one of five best international university contributions.

Keywords: safety vest, smart textiles, conductive fibres, photovoltaic fibres, “printing dress”

Vodilni avtor/corresponding author:
dr. Marica Starešinič
tel.: +386 1 200 32 69
e-mail: marica.staresinic@ntf.uni-lj.si

Marica Starešinič

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,
Oddelek za tekstilstvo

Izdelava prototipa varnostnega oblačila „Safety Vest“

Strokovni članek

Poslano avgust 2011 • Sprejeto december 2011

Izvleček

Pametne tekstilije, od vlaken s posebnimi lastnostmi do tkanin z vgrajenimi elektronskimi komponentami, se danes uporabljajo za izdelavo pametnih oblačil. V sestavku je predstavljenih nekaj primerov oblačil, ki se predstavljajo kot koncept za nadaljnji razvoj in oblikovanje. Prav tako je predstavljen prototip varnostnega oblačila z vgrajenimi fotovoltaičnimi celicami in LED-svetili (Light-Emitting Diode), narejeno na Oddelku za tekstilstvo NTF v Ljubljani. Oblačilo, ki je bilo predstavljeno na konferenci LOPE-C (Large Area Organic & Printed Electronic Convention) v Frankfurtu, je bilo v izboru petih najboljših univerzitetnih mednarodnih prispevkov.

Ključne besede: pametna oblačila, varnostno oblačilo, prevodna vlakna, fotovoltaična vlakna, printing dress

1 Uvod

Pametna oblačila, oblikovana in izdelana na podlagi pametnih tekstilij, poznamo že od leta 1998 [1]. Pametne tekstilije so po definiciji oblačila, ki se odzovejo na spremembe v okolju, ki so posledica mehanskih, toplotnih, kemičnih ali elektromagnetnih vplivov [2]. Interaktivne tekstilije pa so tekstilije, ki imajo v svojo strukturo vgrajene elemente za kontrolo ali cel kontrolni sklop (tipala, stikala, komunikacijski elementi, baterije) [3]. Najpogosteje so ti elementi za kontrolo zdravstvenih funkcij (srčni utrip, temperatura, raven sladkorja itd.), komunikacijo, zaščito ter zabavo, vključujejo pa tudi sisteme za napajanje le-teh.

Razvoj pametnih tekstilij in oblačil z elektronskimi elementi je potekal v smeri:

- enostavnih sistemov: elektronski elementi so vgrajeni v žepe ali všiti, povezani prek mehkih kablov ter jih je treba pred čiščenjem odstraniti, npr. LED-svetila (Light-Emitting Diode);
- hibridnih sistemov: elementi so permanentni del tekstilije, vtkani ali navezeni, uporabljajo se prevodne preje;
- kompletne integracije: elementi so integrirani, uporabijo se vlakna s posebnimi lastnostmi, ki delujejo kot elektronske tekstilije (senzorji, procesorji itd.).

Funkcije, ki jih opravljajo, [4, 5, 6] so:

- pasivne funkcije: so rezultat lastnosti materialov (zaščita pred vročino, ognjem, mehanska zaščita, zračna prepustnost, povečana vidljivost, antistatika, antibakterijska zaščita, zaščita pred UV-sevanji);
- aktivne funkcije: so posledica delovanja vgrajenih senzorjev, procesorjev itd. ter imajo možnost napajanja le-teh (aktivno delovanje na spremembo temperature toplo/hladno, napihljivi elementi za zaščito pred udarci, izstrelki, zaščita pred vodo – plavajoča oblačila, povečana aktivna vidljivost, možnosti komunikacije – klic na pomoč, zaščita pred nevarnimi snovmi, kemikalije, plin, opozorilo ter zaščita pred sevanji, merjenje vitalnih signalov (utrip, temperatura itd.), integrirane antene za komunikacijo ter integrirani elementi za fotovoltaično generiranje elektrike za delovanje – neodvisnost od baterij.

Področja uporabe pametnih tekstilij se širijo. Uporabljajo se v medicinske namene, kjer vgrajeni elementi merijo srčne funkcije ter omogočajo spremljanje uporabnika skozi ves dan, podatki se prenašajo do medicinske ustanove. Pacienti imajo po operaciji vgrajene elemente za kontrolo v oblačila, na primer razna tipala [7], ter tako omogočajo gibanje in zmanjšajo vbode za namestitev merilnih sond.

Za komunikacijo so zdaj že razvili elemente, ki se lahko tudi perejo in so del oblačila, delujejo na podlagi zaslonov na dotik (ang. *touch-pad*), so fleksibilni, lahki, obstojni ter omogočajo interaktivnost [8].

2 Uporaba pametnih tekstilij

Izdelki iz pametnih tekstilij se uporabljajo že na različnih področjih [9], in sicer kot pametne tkani-

ne in interaktivne tekstilije – SFIT (ang. *Smart Fabrics and Interactive textiles*), kot nosljiva tehnologija (ang. *Wearable tech*) in kot interaktivne tekstilije. Področja uporabe segajo od oblačil za osebno zaščito, kot so delovna oblačila za posebna okolja, za zaščito zdravstvenih delavcev ter za zaščito pri ekstremnih športih v različnih okoljih (vročina, mraz, puščava itd.). Za vsakdanjo rabo se uporabljajo ogrevana/hlajena oblačila, oblačila z vgrajenimi elementi za zabavo (glasba, video, komunikacija ...), z modnimi elementi, kot so vgrajena svetila za posebne efekte ali za zabavo in komunikacijo ter za posebna sporočila, zasloni za navigacijo ter aktivna sprememba barv za posebne učinke v klubih ali na koncertih itd.

Možnosti uporabe se kažejo tudi na prihajajočih dogodkih, kot so na primer Olimpijske igre LONDON 2012, kjer se bodo uporabila športna oblačila s posebnimi tipali za kontrolo okoliščin (veter, posebni plavalni dresi itd.).

Veliko te tehnologije se uporablja ali se vsaj načrtuje uporaba tudi za starejše ljudi, ki potrebujejo aktivno pomoč ali zaščito pri vsakdanjem življenju (kontrola in komunikacija – oblačila z nosljivimi fiziološkimi tipali), s čimer bi se zmanjšale poškodbe in s tem stroški oskrbe ter zdravljenja. Potrebna bo še veliko dela predvsem na področju standardizacije lastnosti in uporabe. Raziskave potekajo na področjih direktne vgradnje v oblačila, možnosti preprostega vzdrževanja – pranja in na področju povečane generacije energije za delovanje. Energijo je mogoče pridobivati na podlagi fotovoltaike, celice so lahko del oblačila – tudi kot modni dodatek ali z uporabo piezokristalov – na podlagi gibanja MEMS (ang. *Micro-Electronic-Mechanical Systems*). Prav tako se dela na področju shranjevanja in uporabe toplotne energije, ki se sprošča pri gibanju – hoji uporabnika. Za vse te možnosti generiranja energije je treba razviti še možnosti shranjevanja, ki se kaže v uporabi tiskanih baterij, ki so manjše in se jih da vgraditi v izdelke.

Vse te možnosti uporabe ter enostavnega vzdrževanja pametnih tekstilij pomenijo povečano porabo ter seveda tudi povečano količino odpadnih že uporabljenih tekstilij. Razvoj lahko poteka v smeri enkratne uporabe – velika količina odpadkov – ali večkratne uporabe – problemi vzdrževanja, a manj odpadkov.

Ekologija pametnih tekstilij [10] je šele na začetku, kar pomeni, da je potrebna še veliko dela ter da je potreben razmislek, ali uporabiti boljše, tudi bolj

ekološke, dražje materiale ali se usmeriti v razvoj recikliranih pametnih tekstilij. Seveda pa ti problemi pomenijo tudi priložnost za manjša podjetja, ki bi se lahko usmerila v razvoj ter izdelavo ekoloških pametnih oblačil po meri posameznika. To bi pomenilo razvoj izdelkov z veliko dodano vrednostjo, z veliko znanja, uporabili bi se najnovejši materiali.

3 Pametne tekstilije z vgrajenimi elektronskimi elementi

Pametne tekstilije, kamor spada tudi varnostno oblačilo, omogočajo vgradnjo različnih tehnologij, kot so razni elektronski elementi, v oblačila. Takšne tekstilije omogočajo zaznavo okolja ter s tem adaptacijo na različne razmere [11].

Elektronski elementi se lahko vgradijo tudi neposredno v tekstilna vlakna, kot prevodni materiali ali prevodna tekstilna vlakna, diode, tranzistorji ali fotovoltaična vlakna.

Dosedanji elektronski elementi so bili izdelani na osnovi silicija in niso bili gibljivi, kot so novi elementi na osnovi organskih polimerov.

Vlakna, narejena iz materialov, ki svetlobo spreminjajo v elektriko ali pa se elektrika generira kot rezultat gibanja vlaken [12], omogočajo pridobivanje električne energije. Energija se shrani v baterijah in ko je potrebno, se uporabi za svetlobo iz vgrajenih svetil OLED (organske svetleče diode). Na inštitutu, Massachusetts Institute of Technology – MIT so razvili barvila, s katerimi se fotovoltaične celice tiskajo na različne materiale, tudi na tekstilne [13].

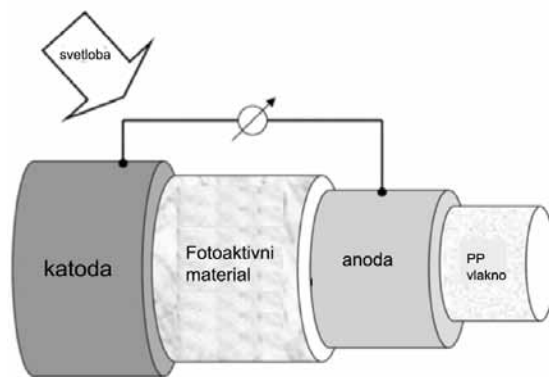
3.1 Primeri pametnih tekstilij

Na sliki 1 je prikazana obleka, osvetljena z LED-svetili, ki je zanimiva z oblikovalskega vidika, ker ponuja veliko možnosti za uporabo te tehnologije. Za izdelavo takšnega oblačila so potrebni tekstilni materiali s posebnimi lastnostmi, na primer fotovoltaična vlakna [14], ki delujejo kot fotovoltaične celice za pridobivanje električne energije, na sliki 2 je prikazana shema takšnega vlakna.

Vlakna pod vplivom svetlobe generirajo električni tok [15], po podatku iz literature je izkoristek med 2,79 in 3,27 %, in sicer za vlakna firme KONARKA (slika 3). Materiali se lahko vgradijo v tekstilije oz. oblačila kot dodani materiali na površini ali kot del materiala samega, kot so fotovoltaična [16] vlakna. Zanimiv primer uporabe te tehnologije je na sliki 4

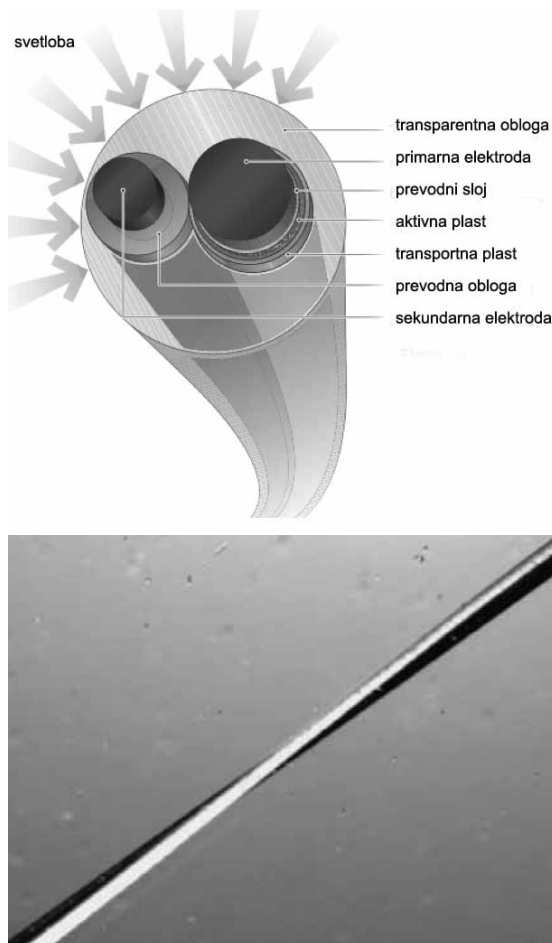


Slika 1: Obleka s svetili OLED (Vir: Museum of Science and Industry in Chicago, online: <http://www.crunchwear.com/cute-circuit-galaxy-led-dress>).



Slika 2: Princip delovanja fotovoltaičnega vlakna

prikazana tiskana obleka, ki deluje kot zaslon Printing Dress [17]. Obleka, ki vključuje različne tehnologije, je sestavljena iz treh glavnih delov: zgornjega dela, korzeta in krila. V korzet so vgrajeni štirje elementi Lilypad Arduino [18] (nizkocenovne komponente zabavne elektronike), USB-port za povezavo z računalnikom, tipkovnica, vgrajena v korzet, ter žice za povezavo. Krilo je sestavljeno iz materiala z vgrajenimi aluminijastimi žicami ter visi čez pro-



Slika 3: Fotovoltaično vlakno, shema in mikroskopski posnetek (Vir: Konarka Technologies)

jektor, ki projicira naravnost na krilo. Obleka je predstavljena kot prototip in koncept uporabe tiskane elektronike v oblačilne namene. Izkušnje bodo pripomogle k razvoju in oblikovanju pametnih oblačil.

4 Možnosti uporabe tiskane elektronike za varnostna oblačila: primer „Safety Vest“

Nemško združenje OE-A (Organic Electronic Association) je na konferenci LOPE-C 2010 razpisalo mednarodni natečaj za študentske projekte, da bi predstavili možnosti uporabe tiskane elektronike. Na voljo je bil komplet elementov, ki jih je bilo treba sestaviti v delujoč prototip. Tudi naš oddelek pod vodstvom dr. Marice Starešinič je kandidiral z var-



Slika 4: Printing Dress (vir: Microsoft Research)

nostnim oblačilom (*Safety Vest*), ki je imelo na hrbtu tiskane fotovoltaične celice in LED-svetili. Pridobljena energija se shrani v vgrajeni bateriji in ko je potrebno, se vključijo LED-svetila, ki so na hrbtu. Naša predstavitev se je uvrstila med pet najboljših na svetu (slika 5).

Dosedanji primeri varnostnih oblačil so delovali na principu odsevnih elementov [19], ki so vgrajeni v oblačilo, naše oblačilo pa ima vgrajena LED-svetila, ki se napajajo prek fotovoltaičnih celic.

Naš prototip, *Safety Vest*, je bil v času konference predstavljen na plenarnem predavanju in v parku inovacij OE-A (LOPE-C Innovation Park). Ogleдалo si ga je veliko obiskovalcev (slika 6). Pri projektu so sodelovali tudi naši študentje GIK (Grafične in interaktivne komunikacije), in sicer Žiga Kropivšek in Malvina Lubec ter podiplomska študentka Andreja Jelen (Inštitut Jožef Stefan).



Slika 5: Predstavitel študentskih projektov na predavanju

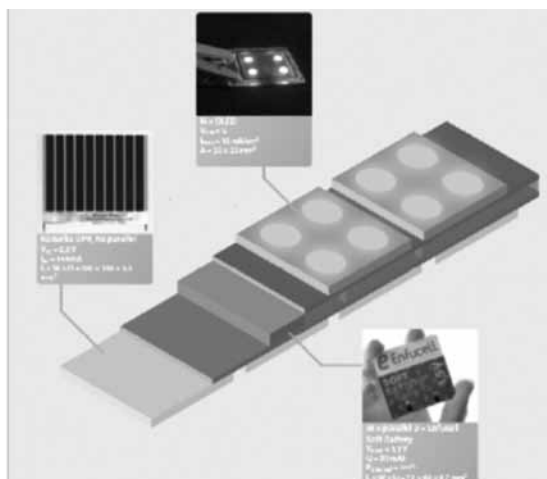


Slika 6: Predstavitel prototipa – Safety Vest na modelu v okviru konference LOPE-C 2011

Naše oblačilo (osnovni koncept je na sliki 7), varnostni brezrokavnik, je namenjeno za uporabo pri slabi vidljivosti na cestah ali v naravi. Uporabili smo polimerne fotovoltaične celice firme KONARKA ter svetila LED (Light-Emitting Diode), ki se napajajo z elektriko, pridobljeno v fotovoltaičnih celicah – FV. Energija se shranjuje v vgrajenih baterijah v žepu brezrokavnika, vse je povezano s posebnimi vgrajenimi mehкими žicami, stikalo za polnjenje in delovanje je v žepu. Za delovanje je potrebna sončna svetloba, ki jo fotovoltaične celice spremenijo v elek-

triko, energija se shrani v baterijah in ko se stemni, se vključijo svetila LED, ki se napajajo z vgrajenimi celicami. Te so vsite na hrbtnem delu. Za povezavo so bile uporabljene mehke kovinske žice, ki so integrirane na hrbtu, podrobnosti so na sliki 8. Dosedanje aplikacije temeljijo na odsevu, v našem primeru pa svetila LED svetijo v temi. Svetila LED so polprevodne diode, ki pod vplivom elektrike oddajajo svetlobo. Fotovoltaične celice so elementi, ki nasprotno kot svetila LED pod vplivom svetlobe oddajajo elektriko. Zamisel, da bi uporabili tiskane baterije za shranjevanje elektrike, se je izkazala za zdaj kot neizvedljiva, ker te baterije ne shranijo dovolj energije, zato je bilo treba uporabiti klasične baterije (uporabljajo se za ure). Baterije smo vgradili v žep na sprednji strani ter jih povezali z žicami.

Pri delu se je pokazalo veliko problemov, predvsem pa, kako vključiti vse elemente v naš izdelek ter zagotoviti delovanje za predstavitev na konferenci.



Slika 7: Osnovni koncept uporabe tiskane elektronike za varnostno aplikacijo

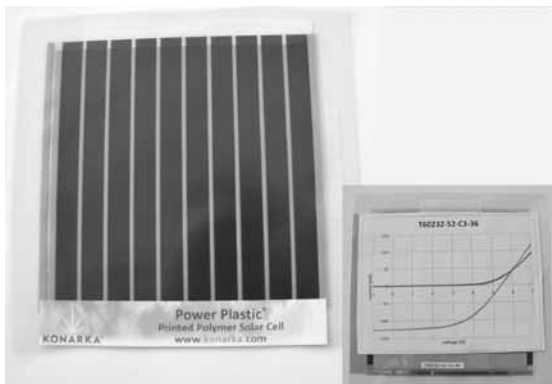


Slika 9: Podrobnosti povezav fotovoltaičnih celic z baterijo in svetila LED

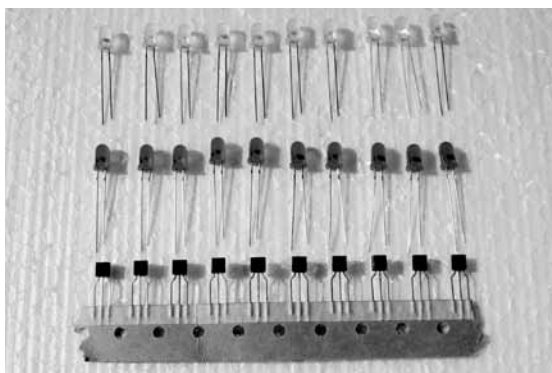


Slika 8: Podrobnosti, fotovoltaične celice – KONAR- KA in svetila LED

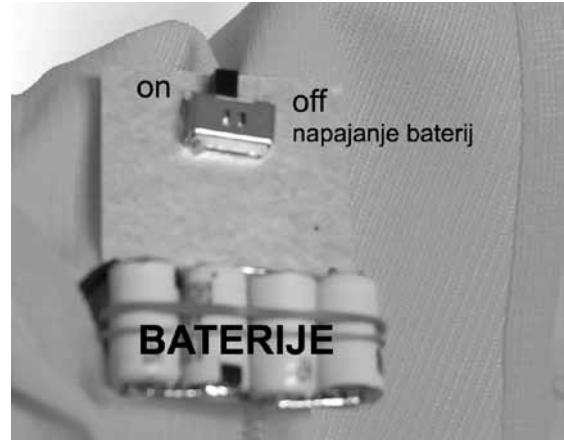
Na sliki 9 so predstavljene podrobnosti povezav, ki se nahajajo na notranji strani. Osnovni elementi so na sliki 10, sestavljajo jih polimerne sončne fotovoltaične celice, svetila LED (slika 11) ter baterije s stikalom za upravljanje – polnjenje baterij ali delovanje svetil (slika 12).



Slika 10: Osnovni elementi – polimerna fotovoltaična celica z diagramom izhodne napetosti



Slika 11: Svetila LED



Slika 12: Podrobnosti baterij in stikala

5 Sklepi

Varnostno oblačilo – „Safety Vest“ – je začetek našega raziskovanja na področju pametnih oblačil z dodano vrednostjo, ki jo pomenijo elementi tiskane elektronike. Dosedanja varnostna oblačila delujejo na principu odsevnih elementov, kar pomeni, da osebe, ki jih nosijo, v popolni temi niso vidne, opazimo jih le, ko jih osvetlijo žarometi. V našem primeru pa oblačilo sveti v temi, kar poveča vidljivost v slabih razmerah.

Polimerne fotovoltaične celice, tiskane na fleksibilno podlago, so lahke ter v zadnjem času transparentne ali obarvane. Primerne so za uporabo na tekstilnih substratih. Tudi baterije so danes že tiskane, vendar v našem primeru niso zagotavljale dovolj energije, zato smo posegli po klasičnih baterijah. Potrebno pa je še delo na povezavah elementov. Za še boljši izdelek je treba uporabiti boljše materiale ter preskusiti uporabo fotovoltaičnih celic, ki se tiskajo neposredno na tekstilne materiale. Možnosti za razvoj se kažejo na direktni integraciji v tekstilni material na ravni vlaken za fotovoltaiko in za baterije. Študenti so na predstavljenem projektu prišli do novih izkušenj, spoznali so nove materiale ter potrebo po timskem sodelovanju, ki vključuje sodelavce z različnih področij, od tiska in materialov do elektronike.

V nadaljevanju načrtujemo izdelavo izboljšane primera, testiranje ter nove oblikovne rešitve, kot tudi delo na področju ekologije pametnih tekstilij.

6 Viri

1. CELCAR, D. in GERŠAK, J. Inteligentne tekstilije in oblačila. *Tekstilec*, 2004, vol. 47, (7–8), str. 232–242.
2. Pametne tekstilije – definicija [citirano 22. 9. 2011]. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.textileglossary.com/terms/smart-textiles.html>.
3. Definicija interaktivnih tekstilij [citirano 22. 9. 2011]. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.systems.org/content/definition-smart-textiles>.
4. ZHANG, X. in TAO, X. Smart textiles: Passive smart. *Textile Asia*, 2001, June, p. 45–49.
5. ZHANG, X. in TAO, X. Smart textiles: Active smart. *Textile Asia*, 2001, July, p. 49–52.
6. ZHANG, X. in TAO, X. Smart textiles: Very smart. *Textile Asia*, 2001, August, p. 35–37.
7. CHING-TANG HUANG, C.-T. in sodelavci. Parametric design of yarn-based piezoresistive sensors for smart textiles. *Sensors and Actuators*, 2008, vol. 148, (1), 4 November, p. 10–15.
8. Tekstilije za komunikacijo [citirano 21. 9. 2011]. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.cecotec-foray.com.au/RiskeNews/xissue27.htm>.
9. *White Paper on smart garments* [citirano 23. 9. 2011]. Dostopno na svetovnem spletu: http://www.ohmatex.dk/pdf/whitepaper_smart_textiles.pdf.
10. KOHLER, A. in sodelavci. Prospective impacts of electronic textiles on recycling and disposal. *Journal of Industrial Ecology*, 2011, vol. 15, (4), August, p. 496–511.
11. KIEKENS, P. in sodelavci. *Smart clothing: A new life*. Gent : Gent University – Department of Textiles, 2008.
12. SIORES, E. *A hybrid photovoltaic-piezoelectric device* [citirano 28. 7. 2011]. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.printedelectronicsworld.com/articles/a-hybrid-photovoltaic-piezoelectric-device-00003565.asp>.
13. BARR, M. in sodelavci. Direct Monolithic Integration of Organic Photovoltaic Circuits on Unmodified Paper. *Advanced Materials* [citirano 28. 7. 2011]. Dostopno na svetovnem spletu: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201101263/pdf>.
14. BEDELOGLU (CELIK), A., DEMIR, A., BOZKURT, Y., SERDAR, N. in SARICIFTCI, A. Photovoltaic fiber design for smart textiles. *Textile Research Journal*, 2010; vol. 80, July, (11), p. 1065–1074.
15. LEE, M. R. in sodelavci. Polar power wires based on organic photovoltaic materials. *Science*, 2009, vol. 324, April, p. 232–235.
16. KREBS, F. C. in sodelavci. Strategies for incorporation of polymer photovoltaics into garments. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 2006, vol. 90, p. 1058–1067.
17. *The Printing Dress, Microsoft Research* [citirano 1. 9. 2011]. Dostopno na svetovnem spletu: http://research.microsoft.com/pubs/149519/The_Printing_Dress.pdf.
18. *Lilypad Arduino Controller* [citirano 1. 9. 2011]. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPad>.
19. *Safety smart gear* [citirano 27. 10. 2011]. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.safety-smartgear.com/>.

Doktorska dela s področja tekstilne tehnologije ter oblikovanja tekstilij in oblačil v letu 2011 (izvlečki)

*Doctoral Theses from Field of Textile
Technology and Textile and Clothing Design
in 2011 (abstracts)*

dr. Marija Gorjanc

Plazemsko spremenjene površine
bombaža za nanos nanosrebra

*Plasma Modification of Cotton Surfaces for
a Deposition of Nanosilver*

Doktorsko delo sega na področje plemenitenja tekstilij in vključuje nove nanotehnološke postopke funkcionalizacije vlaknotvornih polimerov z uporabo plazme in nanosrebra, namen pa je oblikovati tekstilne izdelke z visoko dodano vrednostjo. V doktorskem delu so bile predstavljene prednosti plazemske tehnologije pri plemenitju tekstilij ter podrobno proučevan vpliv različnih plazemskih sistemov na spremembo kemijskih, morfoloških, fizikalnih in funkcionalnih lastnosti tekstilnih substratov. Pri ustreznih pogojih so bile s plazmo oblikovane nanostrukturirane hrapave površine vlaken ter aktivirane z vključitvijo novih funkcionalnih skupin. Pri teh raziskavah je bilo izjemno dragoceno sodelovanje z raziskovalci Odseka za tehnologijo površin in optoelektroniko Instituta Jožef Stefan. V doktorskem delu sta bila uporabljena najsodobnejša plazemska sistema, in sicer atmosferska zračna koronaplazma in nizkotlačna plazma, kjer sta bila kot delovna plina uporabljena vodna para in tetrafluorometan. Nanos nanodelcev srebra na tekstilije je bil izveden po izčrpalnem postopku med barvalnim procesom. Pri vrednotenju rezultatov raziskave so bile uporabljene najsodobnejše analitiške metode. Morfološke, kemijske in fizikalne las-

tnosti plazemsko spremenjenih tekstilnih vlaken so bile proučevane z mikroskopskimi (SEM) in spektroskopskimi (XPS) metodami ter meritvami pretržne trdnosti in raztezka tekstilij. Količina adsorbiranega srebra na tekstilije je bila določena z masno spektrometrijo (ICP-MS), protibakterijska učinkovitost funkcionaliziranih tekstilij pa z mikrobiološkimi testi. Vpliv plazemske obdelave na povečanje obarvljivosti vlaken je bil določen barvometrično. Iz rezultatov raziskave je bilo razvidno, da je k povečani adsorpciji elementarnega srebra velikosti 80 nm na plazemsko modificirana bombažna in poliesterška vlakna pripomogla predvsem nanostrukturirana hrapavost površin vlaken in le v manjši meri kemijske spremembe na njihovi površini. Tako se je na plazemsko modificiran bombaž adsorbiralo do štirikrat več in na poliester do štiriindvajsetkrat več srebra kot na neobdelane vzorce. Inovativen pristop k raziskavi je razvoj novega postopka kemijske modifikacije celuloznih vlaken, kjer je bilo koloidno srebro sintetizirano *in situ* ter naneseno na plazemsko obdelana in z redukcijskim barvilom po-barvana vlakna. Izvirnost postopka je v večji adhezijski sposobnosti vlaken v prisotnosti delno ioniziranega barvila, kar se odraža v zvišanju stopnje adsorpcije nanodelcev srebra in zmanjšanju njihove koncentracije, potrebne za doseg baktericidne aktivnosti. Na povečanje količine adsorbiranih nanodelcev srebra RucoBac AGP in nanodelcev *in situ* sintetiziranega koloidnega srebra na površino bombažnih vlaken, modificiranih s plazmo, so vplivale tako nanostrukturiranost površine vlaken kot tudi spremembe kemijskih lastnosti plazemsko obdelanih vlaken. Na površini bombažnega substrata se je po modifikaciji s koronaplazmo in z nizkotlačno plazmo vodne pare povečala koncentracija kisikovih atomov in zmanjšala koncentracija ogljikovih atomov, nastale so nove vezi O=C=O, kar je pripomoglo k večji adsorpciji srebrovih kationov iz raztopine. Rezultati mikrobioloških testov so potrdili, da imajo tako obdelane tekstilije odlično protimikrobno aktivnost ob kar dvakrat manjši vsebnosti srebra od priporočljive. Pozitiven prispevek modifikacije tekstilij z določeno plazmo je bil tudi v povečanju obarvljivosti bombaža z reaktivnimi barvili in surovega poliestra z disperznimi barvili. Modifikacija proučevanih tekstilnih vlaken s plazmo ni poslabšala njihovih mehanskih lastnosti. Raziskava v sklopu doktorskega dela je sodobna in aktualna. Nova pridobljena znanja so izviren znan-

stvenoraziskovalni prispevek k znanosti na področju tekstilne kemije. Raziskovalni dosežki bodo bistveno pripomogli k razumevanju mehanizmov obdelav tekstilnih vlaken z različnimi plazmami, ki pomenijo nov pristop k plemenitjenju tekstilij za doseg večfunkcionalnih lastnosti. Modifikacija tekstilij s plazmo prinaša namreč veliko novosti v proizvodnjo, saj je lahko v pomoč obstoječim tehnologijam, ali pa jih v celoti nadomesti. Rezultati raziskave bodo pomembno vplivali na razvoj ekološko prijaznih kemijskih tekstilnih postopkov ter prenos le-teh v tekstilno industrijo.

Dr. MARIJA GORJANC se je rodila 17. avgusta 1979 v Ljubljani. Srednjo gradbeno in ekonomsko šolo je končala kot gradbeni tehnik in se nato vpisala na Naravoslovnotehniško fakulteto, program Tekstilna tehnologija. Leta 2006 je uspešno končala študij z zagovorom diplomskega dela „Vpliv različnih parametrov na obarvanost bombaža po *dip-dyeing* postopku“ pod mentorstvom izr. prof. dr. Marije Gorenšek. Pri raziskavah za diplomsko delo se je navdušila nad raziskovanjem in zato nadaljevala svojo pot na Oddelku za tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete kot mlada raziskovalka. Med študijem na enovitem doktorskem študiju Tekstilstva, grafike in tekstilnega oblikovanja – tehnološka smer (odobren neposredni prehod in okvirna tema) je aktivno sodelovala pri raziskavah programske skupine Tekstilije in ekologija ter mednarodnega projekta Eureka Nanovision. Ker je bil cilj projekta Eureka prenos rezultatov raziskav iz laboratorijskih v industrijske procese, je sodelovala tudi z industrijskima partnerjema IBI Kranj, d. d., in Zvezda tekstilna tovarna, d.d., Kranj. V sklopu izobraževanja v okviru projekta Eureka : prenos v prakso je industrijskemu partnerju predstavila uporabo plazemske tehnologije v tekstilstvu. Pri prenosu znanja iz izobraževalnih in razvojnih institucij v podjetja je v šoli IRSPIN predstavila Izzive v plemenitjenju. S predstavitvijo tekstilnih znanosti je sodelovala tudi v televizijski oddaji Enajsta šola, oddaja za radovedneže. V okviru raziskav za doktorsko delo je sodelovala z raziskovalci Odseka za tehnologijo površin in optoelektroniko Instituta Jožef Stefan v Ljubljani, z raziskovalci Katedre za organsko kemijo Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani, se povezovala z Inštitutom za varstvo okolja Zavoda za zdravstveno varstvo v Mariboru ter večkrat gostovala na Univerzi v Beogradu, Tehnološko-metalurški fakulteti. Izvirnost, sodobnost in

aktualnost njenih raziskav potrjuje deset znanstvenih člankov, ki jih je v soavtorstvu objavila v mednarodno priznanih revijah, od tega sedem člankov v revijah s faktorjem vpliva, med njimi šest v revijah kategorije 1A1, ki jim stroka priznava znanstveno odličnost. Njena dela so bila citirana štiriindvajsetkrat. Z desetimi znanstvenimi prispevki se je udeležila domačih in mednarodnih konferenc v Sloveniji, Španiji, na Hrvaškem, v Italiji in Litvi. Sodelovala je pri pripravi dveh simpozijev o novostih v tekstilstvu, in sicer leta 2009 kot predsednica organizacijskega odbora in leta 2011 kot članica organizacijskega odbora. Bila je urednica zbornika izvlečkov 40. simpozija o novostih v tekstilstvu. Doktorsko disertacijo z naslovom „Plazemsko spremenjene površine bombaža za nanos nanosrebra“ je izdelala pod mentorstvom prof. dr. Barbare Simončič in somentorstvom prof. dr. Petra Jovančiča ter jo uspešno zagovarjala 4. aprila 2011. Zaposlena je na Oddelku za tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

The doctoral thesis extends to the field of textile finishing and includes new nanotechnological processes in the functionalization of fibrous polymers using plasma and nanosilver with the aim of producing textile products with high added value. In the doctoral thesis, the advantages in using the plasma technology for textile finishing are introduced. The influence of different plasma systems on chemical, morphological, physical and functional properties of textile substrates were studied in detail. Under appropriate conditions of using plasma, nanostructured roughness of fibre surface and its activation with new functional groups was achieved. Within these researches, the collaboration with researchers from the Department of Surface Engineering and Optoelectronics of the Jožef Stefan Institute was indispensable.

In the doctoral thesis, contemporary (state-of-the-art) plasma systems were used, e.g. atmospheric corona air plasma and low pressure plasma using water vapour and tetrafluoromethane as working gases. The loading of silver nanoparticles onto textiles was performed using the exhaust method during the dyeing process. For the evaluation of results, contemporary analytical methods were used. Morphological, chemical and physical properties of plasma treated textile fibres were studied using microscopy (SEM), spectroscopy (XPS) and measuring the breaking strength and elongation of textiles. The quantity of adsorbed silver was determined using mass spectrometry (ICP-

-MS), while the antibacterial efficiency of functionalized textiles was determined using microbiological tests. The influence of plasma treatment on the increased dyeability of fibres was determined using the colorimetric analysis. The research results showed effective plasma etching of cotton and polyester, which resulted in excellent adsorption of 80 nm silver particles. The plasma treatment enhanced the quantity of silver on cotton by up to four times and on polyester by up to twenty-four times. The innovative approach to the research was the development of a new procedure in the chemical modification of cellulose fibres, where colloidal silver was synthesized in situ, and loaded onto plasma treated and reactive dyed fibres. The originality of the procedure is in the increased adhesion ability of fibres under the presence of a partially ionized dye which resulted in the increased adsorption rate of silver nanoparticles onto fibres and a reduction of their concentration to achieve bacterial activity. The increased adsorption of nano-silver particles on plasma-treated cotton from Ruco-Bac AGP and in situ formed colloidal silver was a result of plasma etching and plasma-induced chemical changes on the surfaces. The treatment of cotton with corona and low-pressure water vapour plasma increased oxygen and decreased the carbon content on the surface of cotton. The appearance of O=C=O bonds was noticeable as well. This contributed to higher adsorption of silver cations from the solution on cotton. The use of a two times lower than recommended concentration of silver on the plasma-treated samples resulted in an excellent antimicrobial activity of samples. This was confirmed with microbiological tests. A positive contribution of using certain plasma was improved dyeability of cotton with reactive dyes and improved dyeability of polyester with vat dyes. The plasma modification of textiles did not affect the bulk properties of fibres. The mechanical properties of textiles remained unaltered.

The research within the doctoral thesis is contemporary and current, and represents an original scientific achievement in the field of textile chemistry. New knowledge in this research field will importantly contribute to the understanding of mechanisms of textile treatments using different plasma which represents a new approach to the textile finishing in achieving their multifunctional properties. The plasma modification of textiles is bringing many novelties to the industry, since it can be helpful to the existing technologies or as their complete substitution. The research

results will be important in the development of ecologically friendly chemical textile processes and the transfer of laboratory results into new industrial procedures.

Dr. MARIJA GORJANC was born on 17 August 1979 in Ljubljana. After finishing Secondary School of Civil Engineering and Economics Ljubljana as a Civil Engineer, she continued her studies in the undergraduate programme of Textile Technology at the Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana. In 2006, she successfully finished her studies by defending her diploma thesis titled "The influence of different parameters on dyeability of cotton by dip-dyeing process" under the mentorship of Assoc. Prof. Dr. Marija Gorenšek. During her diploma researches, she got excited at scientific research; therefore, she continued her journey at the Department of Textiles at the Faculty of Natural Sciences and Engineering as a young researcher. During her doctoral studies of Textile, Graphics and Textile Design, she took an active part in the Programme Group Textile and Ecology as well as in the international research project Eureka Nanovision. Since the goal of the Eureka project was putting the research achievements into practice, she was collaborating with the industrial partners IBI Kranj d. d. and Zvezda tekstilna tovarna d. d. Kranj. Within the framework of the Eureka project education, she introduced the use of plasma technology in textiles to the industrial partner. In the framework of IRSPIN School, she presented Challenges in textiles finishing. With the presentation of textile science, she participated in a television show "Enajsta šola, oddaja za radovedneže". In the framework of doctoral researches, she collaborated with the researchers of the Department of Surface Engineering and Optoelectronics, Jožef Stefan Institute, with the researchers of the Chair of Organic Chemistry, Faculty of Chemistry and Chemical Technology, University of Ljubljana, with the researchers of the Environmental Protection Institute, Institute of Public Health Maribor, and was several times hosted at the Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade. Her research results have been published in ten original research papers in international science journals, seven papers have been published in SCI journals. She has also published three professional articles and one review article. Her works have been cited twenty-four times. With ten scientific papers, she attended several domestic and international conferences in Slovenia,

Spain, Croatia, Italy and Lithuania. She participated in the organization of two symposiums "Symposium on novelties in textiles", i.e. in 2009 as the president and in 2011 as a member of the organizing committee. She has also been an editor of the Book of proceedings of 40th symposium on novelties on textiles. She elaborated the doctoral thesis titled "Plasma modification of cotton surfaces for deposition of nanosilver" under the mentorship of Prof. Dr. Barbara Simončič and co-mentorship of Prof. Dr. Petar Jovančić, and successfully defended it on 4 April 2011. She is currently employed at the Department of Textiles, Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana.

dr. Manja Kurečič

Sinteza nanokompozitnih hidrogelov v porah PP membrane

Synthesis of Nanocomposite Hydrogels in PP Membrane Pores

Doktorska naloga obravnava raziskavo postopka sinteze nanokompozitnih hidrogelov z vključenimi nanodelci mineralov glin v porah PP membrane in vpliv postopkov oblikovanja nanokompozita na njegovo učinkovitost. Nanokompozitne membrane s sposobnostjo vezanja kislinskih barvil iz vodnih raztopin so namenjene razbarvanju tekstilnih odpadnih voda.

V raziskavi smo uporabili organsko modificirane montmorilonitne delce (O-MMT) z veliko aktivno površino, ki jo dosežemo ob interkalaciji oz. eksfoliaciji silikatnih plasti delcev v hidrogelni matrici.

Raziskava je bila razdeljena v tri sklope. Prvi del je zajemal študij lastnosti disperzij hidrofobnih O-MMT delcev. Stabilne vodne disperzije smo dosegli z uporabo neionskega polisaharidnega površinsko aktivnega sistema PAS, ki je izboljšal omakalne sposobnosti delcev glin in njihovo sposobnost dispergiranja v vodnih sistemih. Postopek smo optimizirali na podlagi določanja elektrokinetičnih lastnosti, določanja velikosti delcev in stabilnosti disperzije ter hidrofobno-hidrofobnega značaja in strukture delcev z metodo malokotnega rentgenskega sipanja.

V drugem delu smo UV polimerizirali nanokompozitni hidrogel z vključenimi nanodelci O-MMT. S spektroskopijo FT-IR smo določili mehanizem polimerizacije in zamreženja hidrogela ter z meto-

do malokotnega rentgenskega sipanja interkalirano/eksfoliirano strukturo delcev v nanokompozitu. Učinkovitost nanokompozitnega hidrogela smo določili s stopnjo adsorpcije kislega barvila s pomočjo UV/VIS spektroskopije. Proučili smo vpliv pH barvne raztopine, koncentracije barvila, časa in deleža delcev O-MMT v nanokompozitu na stopnjo adsorpcije barvila.

V tretjem, zadnjem delu smo *in-situ* polimerizirali nanokompozitni hidrogel v porah hidrofobne polipropilenske (PP) membrane. Za doseganje popolne prekritosti por PP membrane s polimeriziranim nanokompozitnim hidrogelom smo raziskali vpliv različnih postopkov aktivacije PP na delež gela v membrani in hidrofobno/hidrofobni značaj membrane. Funkcionalnost nanokompozitne PP membrane smo določali z ultrafiltracijo.

Raziskave so pokazale, da koncentracija PAS močno vpliva na pripravo stabilne vodne disperzije delcev O-MMT, kar je pogoj za nastanek razplastene strukture nanokompozitnega hidrogela, ki je sposoben adsorbiranja kislega barvila. Z višanjem koncentracije delcev v nanokompozitnem hidrogelu se viša stopnja adsorpcije barvila. S polimerizacijo *in-situ* smo uspešno pripravili nanokompozitno membrano z vključenimi delci O-MMT, razplastenimi v hidrogelni matrici, kar za 80 odstotkov izboljša filtracijsko sposobnost PP membrane.

MANJA KUREČIČ je kot Zoisova študentka končala Srednjo tekstilno šolo ter univerzitetni program Ekotekstilno inženirstvo na Fakulteti za strojništvo. Kot mlada raziskovalka je nato vpisala podiplomski doktorski študij Tehniško varstvo okolja. Eksperimentalni del doktorske naloge je opravljala v Laboratoriju za obdelavo in preskušanje polimernih materialov FS, delno pa še na Karl-Franzens Univerzi v Gradcu. Strokovno se je izpopolnjevala še na Univerzi v Gentu in na Inštitutu za raziskave polimerov v Dresdnu. Trenutno je zaposlena kot raziskovalka na FS in v Centru odličnosti polimerni materiali PoliMat. Njena znanstvena uspešnost je razvidna iz osebne bibliografije, ki zajema štiri izvirne znanstvene članke, od tega tri s faktorjem vpliva, in številne znanstvene prispevke na mednarodnih konferencah. Je tudi soavtorica vabljenega prispevka v znanstveni monografiji. Manja Kurečič je na Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru 8. julija 2011 javno in uspešno zagovarjala doktorsko disertacijo z naslovom „Sinteza nanokompozitnih hidrogelov v porah PP membrane“, izdelano pod

mentorstvom red. prof. dr. Majde Sfiligoj Smole in somentorstvom red. prof. dr. Karin Stane-Kleinschek. Članica komisije za oceno in zagovor naloge je bila red. prof. dr. Diana Gregor-Svetec z Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani.

The doctoral thesis with the title "Synthesis of nanocomposite hydrogels in PP membrane pores" comprises the synthesis of nanocomposite hydrogels with incorporated nanoparticles inside the pores of PP membrane for waste-water treatment. We used organically modified Montmorillonite particles (O-MMT), which were exfoliated inside the hydrogel matrix in order to increase active surface area.

The research work was divided into three parts. The first part focused on the study of properties of hydrophobic clay particles dispersions. We used the non-ionic polysaccharide-based surfactant system (PAS) for the preparation of stable nanoparticles dispersions. The properties of the surfactant-stabilized aqueous colloidal system were determined by electrokinetic properties and dynamic light scattering measurements. By modifying the surface properties of clay particles with non-ionic surfactant, we managed to reduce their size. The water contact angles of particles were determined and the particles structure was investigated with small-angle X-ray scattering. The knowledge about electro-kinetic properties and scattering data, hydrophobic/hydrophilic character and particles sedimentation behaviour is very important for the preparation of functional nanocomposites with exfoliated and intercalated MMT nanoparticles.

In the second part of the thesis, we UV polymerized hydrogels with incorporated montmorillonite nanoparticles. We studied the effect of different concentrations of cross-linker and nanoparticles on hydrogel properties. The exfoliation and intercalation of MMT particles was studied by SAXS and the functionality of the nanocomposite hydrogel was determined with UV/VIS spectroscopy. We studied the effect of pH, time, concentration of dye and concentration of nanoclay particles inside the nanocomposite.

In the last, third, part, we had in situ polymerized nanocomposite hydrogels inside the pores of a hydrophobic polypropylene membrane. In order to achieve full coverage of PP membrane pores with nanocomposite hydrogels, we studied the effect of different activating methods. The filtration capacity of PP nanocomposite membrane was determined with ultrafiltration.

The results show that the concentration of PAS plays an important role in the preparation of the stable O-MMT water dispersion. In the hydrogel polymerization process, when stable nanoparticles dispersions were used, an exfoliated structure of the nanocomposite hydrogel was obtained. By increasing the concentration of O-MMT particles, the degree of acid dye adsorption increased as well. The in situ polymerization of nanocomposite hydrogels inside the PP membrane pores represents a useful method, which yields nanocomposite membrane with exceedingly improved filtration properties (80%).

Dr. MANJA KUREČIČ graduated from the Faculty of Mechanical Engineering – Eco-textile Engineering. During her studies, she had a Zois scholarship. She performed the post-graduate doctoral study on Environmental Engineering as a young researcher. Manja Kurečič is currently employed at the Department of Textile Materials and Design at the Faculty of Mechanical Engineering in Maribor and at the Centre of Excellence for Polymer Materials and Technologies (PoliMat). The scientific activity of Manja Kurečič is expressed in 27 bibliographic items. She is a co-author of four original scientific articles, three of them with an impact factor and numerous scientific contributions at international and national conferences. She is also a co-author of a chapter in a scientific monograph. Manja Kurečič successfully defended her doctoral thesis titled "Synthesis of nanocomposite hydrogels in PP membrane pores" on 8 July 2011. The thesis was prepared under the mentorship of Prof. Dr. Majda Sfiligoj Smole and co-mentorship of Prof. Dr. Karin Stana-Kleinschek.

dr. Katja Kavkler

[Glive na muzejskih tekstilih in njihov vpliv na naravna vlakna](#)

Fungi on Museum Textiles and Their Impact on Natural Fibres

Med nalogami ustanov, ki hranijo predmete kulturne dediščine, je ohranjanje teh predmetov za bodoče rodove ali upočasnjevanje njihovega propada. Predmeti kulturne dediščine iz organskih materialov so občutljivi na vplive iz okolja, zato je pomembno, da te vplive zmanjšamo. Še posebno agresivni in nevarni so biološki dejavniki. Mednje uvrščamo glive, ki spadajo med intenzivnejše razkrojevalce organskih snovi. Ker okužbe z glivami in

njihove rasti pogosto ne moremo preprečiti, je pomembno poznavanje njihovega vpliva na materiale, iz katerih so narejeni ti predmeti.

Doktorska disertacija je bila zastavljena interdisciplinarno in je povezala tri različne veje znanosti in stroke: tekstilstvo, mikologijo in konservatorstvo-restavratorstvo. Namen raziskave je bil ugotoviti razširjenost okužbe zgodovinskih tekstilij z glivami v različnih slovenskih muzejih in sakralnih objektih, določiti vrste gliv, ki nastajajo v teh objektih, ugotoviti, kateri materiali so najpogosteje okuženi, ter analizirati stanje zgodovinskih predmetov po okužbi z glivami. V ta namen so bili analizirani tekstilni predmeti iz več slovenskih muzejev in sakralnih objektov. Z najpogosteje izoliranimi glivami (*Aspergillus clavatus*, *Cladosporium cladosporoides*, *Fomes fomentarius*, *Hypoxylon fragiforme*, *Penicillium chrysogenum* in *P. corylophilum*) smo okužili nestarane in umetno starane vzorce tekstilij iz naravnih vlaken (bombaž, lan, volna), da bi opazovali spremembe njihove strukture in lastnosti, ki jih povzročijo izbrane glive. V okviru raziskave smo ugotavljali tudi, ali je mogoče tekstilne materiale z obsevanjem z žarki gama (doz 5 kGy in 10 kGy) sterilizirati oziroma zaščititi pred nadaljnjim razkrojem ter kako obsevanje vpliva na okužene materiale. Zanimale so nas strukturne spremembe in spremembe mehanskih lastnosti okuženih in obsevanih vlaken, ki smo jih določili s spektroskopskimi metodami (FTIR in Raman spektroskopija), vrstično elektronsko mikroskopijo in testi nateznih trdnosti. Iz raziskave sledi, da okužba tekstilnih predmetov z glivami v slovenskih muzejih ni močno razširjena, čeprav v preteklosti, v nekaterih objektih pa tudi v času vzorčenja, klimatske razmere niso bile kontrolirane in so bile primerne za rast gliv. Strukturne spremembe v vlaknih so bile opazne tako v okuženih kot tudi v neokuženih naravno staranih (muzejskih) vzorcih. Največ sprememb je bilo opaznih pri lanenih vzorcih. Raziskava laboratorijskih vzorcev je pokazala, da so intenzivnejše spremembe v vlaknih nastale po daljšem času okužbe. Največ sprememb je bilo opaziti na vzorcih, okuženih s *C. cladosporoides*. Zaradi okužbe z glivami je prišlo do depolimerizacije in v vseh treh različnih tekstilnih materialih so nastale karbonilne skupine. Zaradi vpliva gliv se je zmanjšala urejenost strukture v vlaknih in posledično so se spremenile mehanske lastnosti. Ugotovljeno je bilo, da obsevanje z žarki gama že pri dozi 5 kGy uspešno sterilizira predme-

te, okužene z glivami, a povzroči dodatne spremembe strukture in lastnosti, še zlasti pri večjih dozah obsevanja. Izsledki raziskave so odprli številna nova vprašanja in možnosti za raziskovanje.

KATJA KAVKLER, rojena 13. februarja 1982 v Ljubljani, je leta 2006 diplomirala na Oddelku za restavratorstvo Akademije za likovno umetnost in oblikovanje Univerze v Ljubljani s področja restavriranja tekstilnih muzealij. Podiplomski študij tekstilne in grafične tehnologije je v istem letu vpisala na Oddelku za tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Med dodiplomskim in podiplomskim študijem je delala na Naravoslovnem oddelku Restavratorskega centra Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije. Leta 2008 je pridobila status mlade raziskovalke iz gospodarstva v Gorenjski predilnici, d. d., Škofja Loka. Trenutno je zaposlena kot konservatorka-restavratorka na Naravoslovnem oddelku Restavratorskega centra Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije, kjer se ukvarja z analizami kulturne dediščine, predvsem tekstilij in drugih organskih materialov.

Doktorsko disertacijo z naslovom *Glive na muzejskih tekstilijah in njihov vpliv na naravna vlakna* je izdelala pod mentorstvom izr. prof. dr. Andreja Demšarja in somentorstvom prof. dr. Nine Gunde-Cimerman z Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in jo uspešno zagovarjala 3. junija 2011 na Naravoslovnotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Člani komisije za oceno in zagovor naloge so bili še prof. dr. Barbara Simončič in prof. dr. Krste Dimitrovski ter doc. mag. Tamara Trček Pečak z Akademije za likovno umetnost in oblikovanje Univerze v Ljubljani.

Njena bibliografija zajema tri izvirne znanstvene članke s področja tekstilstva, pri katerih je bila prva avtorica, en strokovni članek, eno vabljenega predavanja na znanstvenih konferencah, več objavljenih znanstvenih prispevkov na konferencah ter številna poročila o rezultatih raziskav. Poleg objav s področja tekstilstva objavlja tudi prispevke o analizah drugih materialov kulturne dediščine.

One of the main aims of the institutions storing cultural heritage objects is preserving the objects for future generations, or slowing down their deterioration. The cultural heritage objects from organic materials are especially sensitive to environmental influences; therefore, it is necessary they are minimized. Biological agents are particularly deteriorative. Fungi, belonging to them, are among the most intensive organic matter degraders. It is not always possible to

prevent fungal growth; therefore, it is important to be familiar with their influences on different materials, the cultural heritage objects are made from.

The doctoral thesis was prepared interdisciplinary, combining three branches of science and profession: textile science, mycology and conservation – restoration. The aim of the investigation was to determine the range of infection of historical textiles from different Slovenian museums and sacral objects by fungi, to determine fungal species isolated from those objects, to find out which materials are most often infected, and to analyse the state of historical objects after being infected by fungi. The most frequently occurring fungi (*Aspergillus clavatus*, *Cladosporium cladosporioides*, *Fomes fomentarius*, *Hypoxyylon fragiforme*, *Penicillium chrysogenum* and *P. corylophilum*) were inoculated on non-aged and artificially aged fabrics of natural fibres (cotton, flax, wool) in order to observe the changes in the structure and properties of materials, caused by selected fungi. Within the research, we investigated the possibility of sterilizing or preventing further deterioration of materials by irradiation with gamma rays (5 kGy and 10 kGy) as well as the influences of gamma rays on infected materials. Our special interest was in the structural changes and changes of mechanical properties of inoculated as well as irradiated specimens, which were determined by spectroscopic methods (FTIR and Raman), scanning electron microscopy and tensile tests.

From the results, it follows that the infection by fungi of textile objects in Slovenian museums is not widespread, although in the past, the climatic conditions in the storage rooms were not controlled and were appropriate for fungal growth, as it is still the case in some of them now. The structural changes in fibres were observed in infected as well as in non-infected naturally aged (museum) samples. The most prominent changes were observed in flax specimens. The analysis of laboratory specimens showed more intensive changes after longer incubation periods. The most intensive changes occurred in specimens inoculated with *C. cladosporioides*. The incubation with fungi caused depolymerisation and occurrence of carbonyl groups in all three investigated fibre types. Fungi caused the disordering of fibre structures, which was the cause for the changes in mechanical properties. We found out that gamma irradiation sterilized objects infected by fungi already at the dose of 5 kGy. Nevertheless, it caused additional structural and mechanical changes, especially at higher doses. The re-

sults of this investigation opened several new questions and possibilities of further investigation.

Dr. KATJA KAVKLER, born on 13 February 1982 in Ljubljana, graduated in 2006 from the Department of Restoration of the Academy of Fine Arts and Design, University of Ljubljana in the field of restoration of textile museum objects. In the same year, she enrolled as a post-graduate student of the Department of Textiles at the Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana. In the time of her pre- as well as post-graduate study, she worked at the Natural Sciences Department of the Restoration Centre of Institute for the Protection of Cultural Heritage of Slovenia. In 2008, she became a young researcher at the company Gorenjska predilnica d. d., Škofja Loka. Currently, she works as a conservator – restorer at the Natural Sciences Department of the Restoration Centre of Institute for the Protection of Cultural Heritage of Slovenia, where she operates in the field of investigation of cultural heritage objects, mainly textiles and other objects of organic origin.

Her doctoral thesis with the title “Fungi on museum textiles and their impact on natural fibres” was prepared under the mentorship of Assoc. Prof. Dr. Andrej Demšar and co-mentorship of Prof. Dr. Nina Gunde-Cimerman from the Biotechnical Faculty, University of Ljubljana. Other members of the commission were Prof. Dr. Barbara Simončič and Prof. Dr. Krste Dimitrovski as well as the senior lecturer Tamara Trček Pečak, MA from the Academy of Fine Arts and Design, University of Ljubljana.

The bibliography of Katja Kavkler contains three original scientific papers with her as the leading author, one expert article, one invited lecture at a scientific conference, several scientific contributions at conferences as well as numerous analysis reports. Apart from the contributions in textile fields, she also writes about other materials present in the cultural heritage objects.

dr. Nina Novak

[Integracija naprednih tehnologij čiščenja obarvanih odpadnih vod iz tekstilne industrije](#)

Integration of Advanced Technologies for Colored Textile Wastewater Treatment

V doktorski disertaciji je predstavljena študija določitve stroškovno optimalnih obratovalnih pogojev

za razbarvanje in čiščenje vodne raztopine barvila C. I. Reactive Blue 268 z naprednimi procesi čiščenja. Najprej predstavljamo rezultate laboratorijskih poskusov in matematične modele procesov UV/H₂O₂ in Fe²⁺/H₂O₂. Rezultati kažejo, da lahko z uporabo metodologije odzivnih površin razvijemo ustrezna matematična modela, ki statistično zadostno opišeta odvisnost merjenih odzivov od izbranih (vplivnih) obratovalnih parametrov. Nato prikazujemo študijo optimiziranja energijsko intenzivnega procesa UV/H₂O₂. Kot vplivne parametre smo upoštevali koncentracijo barvila, koncentracijo vodikovega peroksida, pH, čas obdelave in temperaturo. Stroške elektrike, stroške vodikovega peroksida in stroške vode za uravnavanje koncentracije barvila smo upoštevali kot relevantne obratovalne stroške. Čeprav so minimalni stroški čiščenja ocenjeni na visokih 17 €/m³, dobljeni rezultati jasno kažejo, da moramo, če želimo zagotoviti obratovalno in ekonomsko učinkovitost, proces optimizirati z obeh vidikov hkrati. Ekonomsko učinkovitost lahko dodatno izboljšamo z integracijo naprednih procesov čiščenja. Kot alternative v integriranem sistemu smo upoštevali proces UV/H₂O₂, proces Fe²⁺/H₂O₂ in membransko filtracijo. Procesno shemo integriranega procesa in vrednosti obratovalnih parametrov, pri katerih sistem obratuje pri minimalnih stroških, smo določili s pristopom, ki temelji na matematičnem programiranju. Iz rezultatov je razvidno, da lahko z ustrezno integracijo izbranih procesov znatno znižamo povprečne stroške čiščenja. V primerjavi s procesom UV/H₂O₂ so ocenjeni povprečni stroški čiščenja integriranega procesa približno 75 odstotkov nižji (2,40 €/m³).

NINA NOVAK se je rodila 12. marca 1981 v Mariboru. Po končani srednji šoli se je vpisala na študij tekstilstva na Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru, kjer je leta 2005 uspešno zagovarjala diplomsko delo. V istem letu se je vpisala na podiplomski študij s področja tehniškega varstva okolja na omenjeni fakulteti in se zaposlila kot mlada raziskovalka iz gospodarstva v podjetju Tekstina, d. d., Ajdovščina. Trenutno je zaposlena kot raziskovalka na Oddelku za tekstilne materiale in oblikovanje na Fakulteti za strojništvo (Univerza v Mariboru).

Doktorsko disertacijo z naslovom „Integracija naprednih tehnologij čiščenja obarvanih odpadnih vod iz tekstilne industrije“ je izdelala pod mentorstvom red. prof. dr. Alenke Majcen Le Marechal in somentorstvom red. prof. dr. Darinke Brodnjak Vončina in jo uspešno zagovarjala 6. septembra 2011 na Fakulteti

za strojništvo v Mariboru.

Znanstvena dejavnost Nine Novak je izkazana v 29 bibliografskih enotah. Med podiplomskim študijem je objavila tri izvirne znanstvene članke, dva s faktorjem vpliva JCR. Poleg izvirnih znanstvenih člančkov je Nina Novak rezultate raziskav predstavila v obliki predavanj na simpozijih v Sloveniji in tujini. V času podiplomskega raziskovalnega dela je sodelovala pri evropskem projektu.

Many processes have been proposed as an effective treatment technology for the remediation of coloured wastewaters. However, it has frequently been noted that some of them are economically unacceptable due to their high operating costs. This thesis provides studies on approaches to determine cost-effective decolouration and mineralization of C. I. Reactive Blue 268 using advanced treatment technologies. Firstly, the results of laboratory experiments and mathematical models of UV/H₂O₂ and Fe²⁺/H₂O₂ processes are presented. The results indicate that the processes can be modelled in a sufficient way by using the response surface methodology. Secondly, a study on the optimization of an energy intensive UV/H₂O₂ process is presented. The dye concentration, hydrogen peroxide concentration, pH, treatment time and temperature were considered to be influential operating parameters. The cost of electricity, hydrogen peroxide and water needed to adjust the dye concentration were considered to be relevant operating costs. Although the minimal treatment cost were estimated to 17 €/m³, the obtained results clearly indicate that, in order to assure effective and economically efficient operation, any given process should be simultaneously optimized from the perspective of both operational and economic efficiency. The latter can, however, further be improved by integration of advanced treatment technologies. UV/H₂O₂, Fe²⁺/H₂O₂ and membrane filtration were considered as alternatives for the integrated system. The integrated process flow sheet and values of operating parameters yielding minimal operating costs were determined. The results indicate that for the studied system, a significant reduction in the average treatment cost can be achieved by proper integration of the denoted alternatives. Compared to the treatment cost of UV/H₂O₂, the estimated average treatment cost of an integrated system is by approximately 75% lower (2.4 €/m³).

Dr. NINA NOVAK was born on 12 March 1981 in Maribor. After the secondary school, she started to study Textile Engineering at the Faculty of Mechanical Engineering, University of Maribor, where she gradua-

ted in 2005. In the same year, she enrolled into a post-graduate study on Environmental Engineering at the same faculty as a young researcher from the industry. At the time, she was employed in the company *Te-kstina d. d. Ajdovščina*. She is currently employed at the Department of Textile Materials and Design at the Faculty of Mechanical Engineering in Maribor.

The doctoral thesis titled "Integration of advanced technologies for coloured textile wastewater treatment" was made under the mentorship of Prof. Dr. Alenka Majcen Le Marechal and Prof. Dr. Darinka Brodnjak Vončina, and was successfully defended on 6 September 2011 at the Faculty of Mechanical Engineering in Maribor.

The scientific activity of Nina Novak is expressed in 29 bibliographic items. During the time of her post graduate study, she published 3 original scientific papers, 2 of them with the JCR impact factor. Moreover, Nina Novak has published the results of her research work at several national and international symposiums. In the time of her post-graduate study, she collaborated in a European project.

Magistrska dela s področja tekstilne tehnologije ter oblikovanja tekstilij in oblačil v letu 2011 (izvlečki)

*Master Theses from Field of Textile
Technology and Textile and Clothing
Design in 2011 (abstracts)*

mag. Lidija Gomboc

Študij vpliva hitrosti preizkušanja
na obnašanje specialnih prej
pri nateznem preizkusu

*Study of the Influence of Testing Speed
on the Behaviour of Special Yarns in a Tensile Test*

Tekstilije, ki se uporabljajo v tehnične namene, so v proizvodnem procesu in med uporabo velikokrat izpostavljene dinamičnim obremenitvam. Predvsem pri večini tehničnih tekstilij, ki se uporabljajo v avtomobilski industriji, pride pri uporabi do velikih nateznih obremenitev. Natezne lastnosti tekstilnega materiala največkrat pojasnjujemo zgolj s podatki, dobljenimi pri standardnih pogojih preizkušanja z nizkimi deformacijskimi hitrostmi, ki pa ne omogočajo realne ocene obnašanja izdelka oz. materiala med dinamičnimi obremenitvami. Čeprav pomen nateznega preizkušanja z dinamičnimi obremenitvami dobiva čedalje večji pomen, pa postopek preizkušanja še ni standardiziran.

Namen magistrske naloge sta bila študij in analiza rezultatov nateznega obnašanja specialnih prej pri visokih hitrostih preizkušanja, ki omogočajo boljše razumevanje obnašanja prej med postopki izdelave specialnih tkanin in pletiv, ter dinamičnimi obremenitvami pri njihovi uporabi. V nalogi smo določili mehanske lastnosti specialnih tehničnih prej poliamidnega (PA 66 in PA 46) in polietilenteftalatnega (PET) multifilamenta visokih trdnosti. Za preizkušanje nateznih lastnosti smo uporabili dve različni natezni napravi. Za natezno preizkušanje pri majhnih hitrostih obremenitve smo uporabili standardni univerzalni dinamometer (Zwick Z10), za natezno preizkušanje pri velikih hitrostih obremenitve pa univerzalno servohidravlično natezno napravo (Zwick HTM 2008), ki smo jo prej prilagodili za preizkušanje preje. Vpenjalno dolžino in hitrost preizkušanja smo variirali pri nižjih, kakor tudi pri visokih hitrostih preizkušanja. S takšnim modelom preizkušanja smo zajeli dovolj široko območje stopnje raztezanja. Pri nižjih hitrostih preizkušanja smo preizkušali območje med $0,0017 \text{ s}^{-1}$ in $1,2 \text{ s}^{-1}$, pri visokih hitrostih preizkušanja pa območje med 1 s^{-1} in 500 s^{-1} .

Raziskava je potrdila, da hitrost preizkušanja vpliva na obnašanje specialnih prej pri nateznem preizkusu. Prav tako je potrdila ustreznost nove metode in naprave za visokohitrostno preizkušanje, kakor tudi teorije, da vpenjalna dolžina preizkušanca vpliva na natezno napetost. Prav tako smo ugotovili, da se z višanjem stopnje raztezanja povečuje verjetnost pretrga preizkušanca v neposredni bližini prižem, kakor tudi, da se poveča začetni elastični del krivulje sila-raztezek s povečanjem stopnje raztezanja. Navedene ugotovitve so znanstveni prispevek raziskave in magistrskega dela.

LIDIJA GOMBOC, rojena 7. januarja 1980 v Murski Soboti, je leta 2003 diplomirala na visokošolskem strokovnem študiju (diplomsko delo z naslovom Krojilni avtomat Bullmer PROCUT) na Fakulteti za strojništvo, Oddelku za tekstilstvo, tri leta pozneje, leta 2006, pa še na univerzitetnem študiju, smer inženirski menedžment (naslov dela Razvoj oblačilnih izdelkov za individualno proizvodnjo). Leta 2006 je vpisala magistrski študij Tekstilne tehnologije. Med podiplomskim magistrskim študijem se je leta 2008 zaposlila na Inštitutu TITK (Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung) v Rudolstadt v Nemčiji kot znanstvena sodelavka na Oddelku za tekstilne in kompozitne materiale. Eksperimentalno delo magistrske naloge je v celoti opravila na Inštitutu TITK v Rudolstadt.

Magistrsko nalogo z naslovom „Študij vpliva hitrosti preizkušanja na obnašanje specialnih prej pri nateznem preizkusu“ je izdelala pod mentorstvom izr. prof. dr. Zorana Stjepanoviča, somentorstvom red. prof. dr. Majde Sfiligoj Smole in delovne mentorice dr. Renate Lützkendorf. Delo je uspešno zagovarjala 16. 11. 2011 na Fakulteti za strojništvo v Mariboru. Članica Komisije za oceno in zagovor naloge je bila tudi red. prof. dr. Diana Gregor Svetec z Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

V postopku priprave so trije članki, kjer je prva avtorica, in sicer eden za revijo Textile Research Journal, en za revijo Fibers and Polymers in tretji za revijo Tekstilec.

Technical textiles are fundamentally different from traditional textile yarns and textiles in their requirements- and performance-profile. Special yarns and textile materials, produced using these fibres, are usually exposed to high dynamic load conditions during the processing and use. The interpretation of the material behaviour under dynamic load conditions is still characterized by parameters, which are determined under standard tensile tests using achievable testing speeds and strain rates. Due to their viscoelastic properties, the behaviour of polymeric yarns depends on the loading speed. A suitable test method is missing for the determination of mechanical properties under a high strain rate – especially the stress-strain properties of filament yarns with or without the twist. Presently, there are no suitable standards for the execution of a high-speed tensile test for textiles. Only the high-speed tests provide the valid experimental data to describe the material behaviour under high load conditions.

In this work, special high performance yarns (HPF) from polyamide (PA 6.6, PA 4.6) and polyethylene terephthalate (PET) were tested. The investigated yarns were first tested at low strain rates ranging from 0.0017 s^{-1} to 1.2 s^{-1} (the so-called quasi-static tensile test) using a conventional tensile testing machine (Zwick Z10). Subsequently, the clamps and the testing technology of a servo-hydraulic tensile testing machine HTM 2008 were modified. This allowed us to test the investigated yarns at higher strain rates ranging from 1 s^{-1} to 500 s^{-1} (the so-called dynamic tensile test). To implement the corresponding strain rates, both the gauge length and testing speed varied on both tensile testing machines.

The study showed that the test speed influences the behaviour of technical yarns in tensile tests. The experimental results showed that the test speed does not affect significantly the maximal tensile strengths of investigated yarns. Higher test speeds affected elongation more. The elongation, in all of the investigated types of special yarns, decreased with the increase of the test speed. These findings present the scientific contribution of the research and MSc thesis.

Mag. LIDIJA GOMBOC was born on 7 January 1980 in Murska Sobota. In 2003, she graduated from the higher professional study at the Faculty of Mechanical Engineering at the Department of Textiles (Diploma thesis title: Bullmer Cutter PROCUT). Three years later, in 2006, she graduated at the university level in the field of Engineering Management (Diploma thesis title: Developing clothing product for individual production). In 2006, she enrolled into the postgraduate study in the field of Textile Technology. During the study, in 2008, she got employed as a scientific officer at the Institute TITK (Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung) in Rudolstadt, Germany at the Department of Textile and Materials Research. The experimental part of her master's thesis "Study of influence of test speed on behaviour of special yarns in tensile test" was performed and completed at the Institute TITK.

Lidija Gomboc successfully defended her MSc thesis on 16 November 2011 at the University of Maribor.

There are three articles in work where she is the leading author, i.e. one for Textile Research Journal, one for journal Fibers and Polymers, and the third one for Tekstilec.

Matej Bračič, mag.

Funkcionalizacija vlaken s sinergistično formulacijo tenzid-polisaharid

Functionalization of Fibers by Synergistic Formulation of Surfactant-Polysaccharides

Številni postopki funkcionalizacije medicinskih tekstilij so človeku in okolju neprijazni. Zaradi tega, čedalje večje zdravstvene ozaveščenosti ljudi in povečevanja števila primerov različnih bolezni se povečuje zanimanje za postopke, kjer se uporabljajo okolju prijazni alternativni polisaharidi. Večina alternativnih polisaharidov ima za tovrstno uporabo pomanjkljivosti, kot je omejena inhibicija patogenih bakterij. Ideja magistrske naloge je v razvoju sinergistične formulacije med polisaharidom hialuronsko kislino z vlažilnim učinkom in novo, naravno kationsko površinsko aktivno snovjo MKM s protimikrobnimi lastnostmi, za premaz na viskozni tkanini.

Za karakterizacijo sinergistične formulacije med MKM in hialuronsko kislino smo uporabili nevtralizacijske potenciometrične titracije, potenciometrične titracije z uporabo ionoselektivne elektrode, občutljive za površinsko aktivne snovi, ter fluorimetrične titracije na osnovi pirena. Rezultati so pokazali, da so interakcije med obema nad kritično koncentracijo asociacije močno kooperativne narave. Izoterme stopnje vezanja pa kažejo na vezavo površinsko aktivnega sredstva na hialuronsko kislino v presežku. Karakterizacijo viskozne tkanine, funkcionalizirane s sinergistično formulacijo, smo izvedli z uporabo nevtralizacijskih potenciometričnih titracij, meritvijo stičnega kota s tenziometrijo in protimikrobnim testiranjem. Funkcionalizirana viskozna tkanina izkazuje pozitiven naboj zaradi prisotnosti MKM, kar se neposredno odraža v njeni izredni redukciji patogenih bakterij. Funkcionalizacija viskozne tkanine s sinergistično formulacijo med MKM in hialuronsko kislino je inovativna in primerna za uporabo v medicinske namene, predvsem pri celjenju ran.

MATEJ BRAČIČ, rojen 27. novembra 1981 v Mariboru, je leta 2008 diplomiral na visokošolskem študijskem programu tekstilstva Fakultete za strojništvo v Mariboru iz smeri Nega tekstilij. Študij je nadaljeval na 2. stopnji magistrskega študija po bolonjskem programu Oblikovanja in tekstilnih materialov na Fakulteti za strojništvo ter leta 2011 uspešno končal magistrski študij iz smeri tekstilnih

materialov. V šolskem letu 2011/2012 je vpisan na doktorski študij 3. stopnje po bolonjskem programu Strojništva iz smeri Tehnologija materialov, ki se prav tako izvaja na Fakulteti za strojništvo v Mariboru. Trenutno je zaposlen v podjetju Savatech, d. o. o., na oddelku Elastomeri, ki financira njegov doktorski študij.

Svojo magistrsko nalogo z naslovom „*Funkcionalizacija vlaken s sinergistično formulacijo tenzid-polisaharid*“ je opravil na Fakulteti za strojništvo v Mariboru v Laboratoriju za obdelavo in preskušanje polimernih materialov pod mentorstvom doc. dr. Lidije Fras Zemljič in somentorstvom red. prof. dr. Karin Stana-Kleinschek. Del raziskovalnega dela je opravil na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo v Ljubljani na Katedri za fizikalno kemijo pod somentorstvom izr. prof. dr. Ksenije Kogej. Magistrsko nalogo je uspešno zagovarjal 28. septembra 2011 na Fakulteti za strojništvo v Mariboru pred štiričlansko komisijo v sestavi: red. prof. dr. Alenka Majcen Le Marechal (predsednica), doc. dr. Lidija Fras Zemljič, red. prof. dr. Karin Stana-Kleinschek in izr. prof. dr. Ksenija Kogej.

Njegova bibliografija obsega en izvorni znanstveni članek in več objavljenih znanstvenih prispevkov na konferencah. V Laboratoriju za obdelavo in preskušanje polimernih materialov na Fakulteti za strojništvo v Mariboru se ukvarja s karakterizacijo polimerov z uporabo titracijskih tehnik in je bil aktivno vključen v nekatere nacionalne in evropske projekte. Trenutno s podjetjem Savatech, d.o.o., razvija nove protimikrobne urinske katetre, oplaščene z naravnimi polisaharidi.

The use of environment-friendly alternative polysaccharides for the functionalization of medical textiles has recently gained a lot of interest due to the environmental unfriendliness of conventional functionalization processes, higher health consciousness of people and an increased number of diseases. The lack of some important properties needed for the usage in the field of medical textiles, e.g. inhibition of pathogenic bacteria, has driven us to improve the performance of the anionic polysaccharide hyaluronic acid, which shows high wetting ability, by synergism with a novel natural cationic surfactant MKM, showing promising antimicrobial properties. The synergistic formulation was used as a coating for viscose fabrics. Fluorimetric and pH potentiometric titrations as well as titrations using an ion selective electrode sensitive to surfactants were used in order to characterize the

synergistic formulation between MKM and hyaluronic acid. The results showed a strong cooperative binding between both species above the critical association concentration as well as adsorption of MKM onto hyaluronic acid chains in excess. The pH potentiometric titrations, tensiometry and antimicrobial tests were conducted in order to characterize a viscose fabric functionalized by the synergistic formulation of MKM and hyaluronic acid. The results revealed the presence of the positive charge at the functionalized viscose fabric surface due to the introduction of MKM, which directly reflected in an outstanding reduction of pathogenic bacteria. The synergistic formulation of MKM and hyaluronic acid is a promising and innovative coating for viscose fabrics and shows a potential for the usage in the field of medical textiles, especially in the field of wound healing.

MATEJ BRAČIČ, born on 27 November 1981 in Maribor, successfully finished his BSc in textile technology at the Faculty of Mechanical Engineering in 2008. He continued his studies as he enrolled for a MSc in textile materials and design in 2009 at the Faculty of Mechanical Engineering in Maribor. He successfully finished his MSc in 2011. In the same year, he enrolled for a DSc in the technology of materials programme at the same faculty. He is employed at Savatech d. o. o. in the Elastomer department, which is financing his doctoral study.

He finished his MSc titled "Functionalization of fibres by synergistic formulation of surfactant-polysaccharides" at the Faculty of Mechanical Engineering in Maribor in the Laboratory for Characterization and Processing of Polymers under the mentorship of Assoc. Prof. Dr. Lidija Fras Zemljič and co-mentorship of Prof. Dr. Karin Stana-Kleinschek. He completed a part of his experimental work at the Faculty of Chemistry and Chemical Technology in Ljubljana and the Department of Physical Chemistry under the co-mentorship of Prof. Dr. Ksenija Kogej. He successfully defended his MSc thesis on 28 September 2011 at the Faculty of Mechanical Engineering in Maribor in front of a four-member jury constituted by Prof. Dr. Alenka Majcen LeMarechal (head), Assoc. Prof. Dr. Lidija Fras Zemljič, Prof. Dr. Karin Stana-Kleinschek and Prof. Dr. Ksenija Kogej.

The bibliography of Matej Bračič includes one original scientific paper and several scientific contributions at conferences. As a member of the Laboratory for Characterization and Processing of Polymers, he has been actively involved in some national and Europe-

an projects, his field of work being polymer characterization by means of different titration techniques. At the moment, he is developing novel antimicrobial urinary catheters coated with natural polysaccharides at his current employer Savatech d. o. o.

Jasna Tompa, mag.

Funkcionalizacija viskoze s hitozanom v kombinaciji z 1,2,3,4 butantetrakarboksilno kislino (BTCA)

Functionalization of Viscose Using Chitosan in Combination With 1,2,3,4 Buthanetetracarboxylic Acid (BTCA)

Viskozna vlakna spadajo v skupino regeneriranih celuloznih vlaken in so zanimiv nosilni substrat za potrebe protimikrobnih obdelav. Ena najbolj avnejših protimikrobno delujočih spojin sodobnega časa je hitozan. V tej raziskavi smo viskozo za dosego njene protimikrobne učinkovitosti obdelali s hitozanom v kombinaciji z 1,2,3,4 butantetrakarboksilno kislino BTCA, ki je dober nadomestek za formaldehidne reagente, namenjene obdelavi za izboljšanje mečkavosti materialov iz celuloze. Poudarek raziskovalnega dela je bil usmerjen tudi v vir temperature obdelave, saj smo domnevali, da bi sušenje s pomočjo mikrovalov lahko ugodno vplivalo na učinkovitejšo zamreženje viskoze. Učinkovitost zamreženja viskoze smo ovrednotili z različnimi analiznimi metodami. S spektroskopijo FT-IR smo potrdili nastanek estrnih povezav med hidroksilnimi skupinami viskoze in karboksilnimi skupinami BTCA. Učinkovitost zamreženja se odraža tudi na spremembi mehanskih lastnosti, zato smo z merjenjem kota poravnave ter pretržne sile in raztezka proučili morebitno poslabšanje mehanskih lastnosti viskoze po zamreženju. Glede na mehanizem zamreženja je pomemben tudi delež dostopnih karboksilnih skupin BTCA, ki so po zamreženju prisotne v materialu. Zato smo za določanje le-teh uporabili klasično indirektno metodo metilensko modro. Kot najpomembnejše merilo protimikrobne učinkovitosti, smo pri nalogi izbrali delež dostopnih amskih skupin. Tega smo ovrednotili s spektrofotometrično metodo C.I. Acid Orange VII in mikrobiološkim testiranjem. Rezultate smo nato primerjali z rezultati, dobljenimi na podlagi klasičnega načina obdelave po tako imenovanem postopku suhega zamreženja. Tako smo ocenili uspešnost obdelav, izpeljanih po enem in drugem postopku.

Kandidatka JASNA TOMPA se je rodila 10. decembra 1984 v Slovenj Gradcu. Osnovno šolo je v letih 1991–1999 obiskovala v Ribnici na Pohorju, srednješolsko izobrazbo pa leta 2003 končala na Srednji tekstilni šoli Maribor, smer Modni oblikovalec. Leta 2005 je šolanje nadaljevala na Fakulteti za strojništvo, smer Tekstilstvo, program Nega tekstilij, kjer je decembra 2008 diplomirala z diplomsko nalogo „Spremljanje brezformaldehidnega zamreženja viskozni vlaken z uporabo fizikalno-kemijskih metod“.

Študij je zatem leta 2009/10 nadaljevala na magistrskem študijskem programu druge stopnje, kjer je septembra leta 2011 pod mentorstvom izr. prof. dr. Olivera Šauperl magistrirala na temo »Funkcionalizacija viskoze s hitozanom v kombinaciji z 1,2,3,4 butantetrakarboxilno kislino«. V času študija si je kandidatka poleg teoretičnih znanj pridobila tudi nekaj delovnih izkušenj, saj je na matični fakulteti med študijem sodelovala pri različnih projektih.

Trenutno je zaposlena na Fakulteti za strojništvo, na Inštitutu za inženirske materiale in oblikovanje, kjer kot sodelavka laboratorija za obdelavo in preskušanje polimernih materialov sodeluje tako na pedagoškem kakor tudi na raziskovalnem področju.

Viscose fibres belong to a group of cellulose fibres and are an interesting substrate for anti-bacterial treatments. One of the most promising anti-bacterial compounds of modern times is chitosan. In this study, viscose was functionalized with chitosan in a combination with 1,2,3,4 butanetetracarboxylic acid (BTCA) with the aim of achieving anti-bacterial effectiveness as well as satisfactory resistance against wrinkling. The focus of presented work was directed to the temperature of treatment, as it is assumed that the drying using micro-waves may have a beneficial effect on the viscose functionalization with chitosan in combination with BTCA. The effectiveness of crosslinking was evaluated by various physical chemical methods. With the use of FT-IR spectroscopy, the formation of ester linkages between hydroxyl groups of viscose and carboxyl groups of BTCA was confirmed. The effectiveness of crosslinking is reflected also in the changes of mechanical properties; hence, we evaluated the changes in the wrinkle recovery angle and in the breaking strength of functionalized viscose fabric, respectively. Considering the mechanism of crosslinking, the amount of accessible carboxyl groups of BTCA is important as well. The amount of these groups was calculated on the basis of the methylene blue

method. The antimicrobial activity, i.e. the amount of accessible amino groups of functionalized viscose fibres, was evaluated on the basis of the Acid Orange VII method data and with the use of microbiological tests, respectively. The results were mutually compared to find the difference in amino group content as a consequence of the temperature of drying. It was concluded that the source of drying significantly influences the amount of amino groups regarding the functionalized regenerated cellulose fabric.

JASNA TOMPA was born 10 December 1984 in Slovenj Gradec. She attended the primary school during the period 1991 to 1999 in Ribnica in Pohorje. After completing the secondary education in 2003 at the Secondary School of Textiles Maribor, programme fashion designer, she continued education at the Faculty of Mechanical Engineering – Textiles, Textile Care programme, where she graduated in December 2008 with the thesis “Viscose Non-Formaldehyde Crosslinking Monitored by Physical-Chemical Methods”.

In 2009/10, she continued her study at the master degree academic programme, where she in September 2011 received her MSc under the mentorship of Assoc. Prof. Dr. Olivera Šauperl with the thesis “Functionalization of Viscose Using Chitosan in Combination With 1,2,3,4 Butanetetracarboxylic Acid (BTCA)”. During the study, she additionally participated in various projects, where she gained a lot of theoretical and practical experiences.

She is currently employed at the Faculty of Mechanical Engineering at the Institute of Engineering Materials and Design, where she is active in the field of pedagogical and research work as a member of the Laboratory for Characterization and Processing of Polymer Materials.

Saša Gornik, mag.

Od svetlobe k človeku

From Light to Human Being

Saša Gornik se je rodila 17. maja 1972 v Ljubljani. Po končani srednji šoli se je vpisala na univerzitetni študij oblikovanja tekstilij in oblačil na Oddelku za tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani, ki ga je sklenila z odliko. Štiriletni dodiplomski izobrazbi je po starem sistemu pred bolonjsko reformo sledil dveletni magisterij, katerega sklep je magistrsko delo z naslovom *Od svetlobe k človeku*, mentorica izr. prof. Marija Jenko.

Obravnavava svetlobo kot barvni fenomen. Zajema jo v celotnem vidnem delu. Vse barve mavrice je najprej likovno analizirala in primerjala z naravo. Izbrala je primerjavo z barvami sadja. Različni plovci so jo navdihnili s svojo likovno pojavnostjo. Inspiracije so jo najprej vodile v izvedbo serije majic, kjer je v likovno celoto povezala barvo, obliko in besedilo o posameznem sadju. Odločila se je za različne dvobarvne likovne kompozicije, kjer je ozadje – pletivo v eni barvi in potisk v drugi. Nekatere potiske je dejansko izvedla, še več barvnih kombinacij pa je predvidela v programu Photoshop. Tako je sistematično ustvarila različne skupine dvobarvnih harmonij za različne ljudi.

Od oblačil pa se je preselila v širši miselni prostor. Barve je povezala s človekom in njegovo psiho, običaji, življenjskimi navadami in potrebami. Pritegnile so jo tekstilne blazine, vzglavniki, ki so nepogrešljivi v vsakem bivalnem okolju. Povezane so s spanjem. Opremila jih je s tiskanim vzorcem. Tokrat se je odločila za tisk z digitalnim tiskalnikom. Likovne kompozicije je še naprej povezovala s tematiko sadja, ki ga je abstrahirala v prostorske silnice v obliki črtne risbe. Silnicam sledijo tudi obrisi blazin. Nastala je slikovita kolekcija vzglavnikov, v barvnem in oblikovnem pogledu.

Naposled pa se je avtorica poetično in vizualno povezala z vesoljem, od koder svetloba tudi prihaja. Blazine je zložila v barvni krog in jih v fotomontažah položila na neskončno ozadje zvezdnatega neba. Ni pozabila dodati v prostoru lebdečih teles, spečih vsakega na svoji blazini. V barvnem krogu mavrične barve zvezno krožijo. To izjemno barvno energijo lahko zaznamo, ker se svetloba delno tudi odbija od vsega, kar vidimo. Z razumevanjem barvne teorije se nam odpre cel spekter možnosti barvnega komponiranja, ki jih je Saša Gornik zelo kreativno izkoristila. Njeno magistrsko delo je obsežno, saj je v svoje razmišljanje vpletla celotno mavrico. Da pa bi njena predstavitev ostala pregledna in jasna, se je odločila za omejen izbor osnovnih barvnih odtenkov, v katere se je nadvse dobro vživela. Preštudirala jih je interdisciplinarno, da bi lahko svoje zasnove tekstilnih vzorcev prilagodila njihovi naravi in tako sklenila svojo likovno pripoved o sadju, svetlobi in načinih bivanja v prostoru in času. SAŠA GORNIK was born on 17 May 1972 in Ljubljana. After the secondary school, where she studied computer and media design, she began the university study of textile and fashion design on the Department

of Textiles, Faculty of Natural Sciences and Engineering in Ljubljana. A four years' study for Bachelor's degree before the Bologna Declaration was followed by a two years' master degree which was finished with the thesis titled "From light to human being", under the mentorship of Assoc. Prof. Marija Jenko.

The thesis deals with the light as a colour phenomenon. It consists of the whole visible light. All the colours of the rainbow were visually analysed and combined with the nature first. A comparison with fruits was chosen. She was inspired by shapes and colours of different fruits. That led her into the design of T-shirts where the whole visual appearance of a dress was combined with a text about a certain fruit. The latter became a part of a visual composition – the design of different textile patterns. Various bicolour harmonies between the colour of the background – a plain surface of jersey and a colour of the print were selected. Several T-shirts were printed originally, whereas many more colour combinations were designed with a Photoshop program. That is how perfect bicolour harmonies for various people were created.

From fashion design, her creative mind space was extended to interior design. She connected colours with a broader psychology of a human being, with traditional rituals, living habits and needs. She got enchanted by pillows that are a necessary part of every living ambient. They are connected with sleep that could be stimulated also with textile patterns. Saša Gornik decided for printed patterns that were produced with a digital printer. The appearance of patterns stood connected with the theme of fruits which were abstracted into lines of visual force recognized in different line drawings combined with soft photographic effects in the background. A great and visually picturesque collection of pillows was created.

The author finally poetically and visually connected with the universe from where the light takes its source. She created a photomontage where she arranged the pillows in a perfect rainbow circle, floating in a great endless sky of universe. On each pillow, there was enough room for its own sleeper – a human body. Rainbow colours always turn around in a circle. They form a wonderful colourful energy that we can see, due to the light reflection. The colour theory that is a basis of every colour composition guided Saša Gornik to be able to organize an enormous number of possible colour combinations. She decided to take into consideration a limited collection of elementary rainbow colours that she was able to

study didactically and interdisciplinarily. On the basis of these studies, she became closely accustomed to them. In consequence, she was able to accommodate her instinctive feelings with the specific nature of colours and conclude her research on light, colours, nature and culture of living in space and time.

Podelitev Prešernovih nagrad, zahval in priznanj študentom

V prostorih Oddelka za tekstilstvo je bila ob Tednu univerze Ljubljana slovesna podelitev študentskih Prešernovih nagrad Naravoslovnotehniške fakultete in sočasno pohval študentom za nominirana dela, priznanj najboljšim študentom ter priznanj študentom za posebne dosežke, ki sta jih izročila dekan Naravoslovnotehniške fakultete dr. Jakob Likar in predstojnik Oddelka za tekstilstvo dr. Franci Sluga. V slavnostnem nagovoru je dekan dr. Likar poudaril, da so bili izbrani tisti, ki jim je uspelo dokazati svoje prednosti, sposobnosti in znanje tudi v širšem okolju. Iz teh mladih ljudi veje optimizem, je dejal. Vodstvo fakultete je zadovoljno in podpira ne samo Prešernove nagrajence, ampak spodbuja in se veseli tudi priznanj, ki so jih mladi dosegli na mednarodni ravni. Ob tem je poudaril, da sta za mlade ljudi, ki stopajo na ustvarjalno pot, pomembna tudi zdrava solidarnost in spoštovanje vrednot; velika prednost je, da si človek sam postavlja meje, toda tako, da ne ogroža drugega človeka, je sklenil nagovor mladim nagrajencem.

Fakultetno Prešernovo nagrado za leto 2011 so na Oddelku za tekstilstvo prejeli dve studentki in dva študenta: JURE AHTIK, mag. graf. inž.; VESNA MAKAROV, dipl. oblik. tekst. in oblač. (UN); GABRIJELA QUALIZZA, dipl. obl. tekst. in oblač. (UN) in MILAN VUKADIN, univ. dipl. inž. obl. tekst. in oblač. Njihova dela predstavljamo v nadaljevanju.



Jure Ahtik, mag. graf. inž.

Tehnike upodabljanja anaglifnih slik za uporabo v umetnosti

Magister grafični inženir Jure Ahtik se je rodil 30. decembra 1982 v Celju, kjer je leta 1997 končal osnovno šolo, leta 2001 pa tudi gimnazijo.

Leta 2001 se je vpisal na visokošolski študij grafične tehnike na Oddelek za tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani ter študij leta 2005 končal z odličnim uspehom. Leta 2009 se je vpisal še na magistrski študij grafične in interaktivne komunikacije, kjer je letos z magistrsko nalogo z naslovom „Tehnike upodabljanja anaglifnih slik za uporabo v umetnosti“ končal podiplomski magistrski študij. Pred kratkim se je vpisal v 1. letnik doktorskega študija Tekstilstvo in grafična tehnologija, smer Grafika, prav tako na Oddelku za tekstilstvo NTF Univerze v Ljubljani.

Na našem Oddelku za tekstilstvo je že vrsto let zaposlen kot tehnični sodelavec, letos pa je bil izvoljen v naziv asistenta grafičnih in informacijskih tehnologij.

Namen raziskovalnega dela dipl. inž. grafične tehnike Jureta Ahtika z naslovom „Tehnike upodabljanja anaglifnih slik za uporabo v umetnosti“ je bil raziskati, kakšne so možnosti za izboljšavo anaglifne tehnike, ki deluje na principu rdečih in cian komplementarnih filtrov. Pozornost je bila usmerjena v reprodukcijo barv in v nove pristope pri aplikaciji tehnike v umetnost. Znanstveno raziskovalno delo je pokazalo, da možnost izboljšave obstaja, zato sta bili razviti pretvorbeni matriki za izdelavo kompromisnih anaglifov. Pri vnašanju te tehnike v umetnost so bile izpeljane in opisane različne metode, pri čemer so bile poleg primarne rabe raziskane tudi nekatere sekundarne metode. Rezultati tako

vključujejo navadne prostorske anagliffe, anagliffe, sestavljene iz dveh neenakih podob, ki nista stereopara, anagliffe, združene z navadnimi fotografijami in predelave navadnih fotografij v anagliffe. Tako je bila v raziskovalno delo vključena neločljiva povezava med znanostjo, tehnologijo in umetnostjo. Pri tem je Juretu Ahtiku uspelo s pomočjo lastne pre-tvorbene matrike in matrik drugih avtorjev dvigniti umetniško vrednost anaglifne slike na višjo raven upodobitve ter poiskati nove načine za rabo anaglifne tehnike.

Raziskovalno delo Jureta Ahtika je njegov mentor prof. Darko Slavec ocenil kot izjemno inovativno, sodobno, zahtevno ter multidisciplinarno s stališča tako znanosti kot umetnosti.



Foto: Dino Kužnik

Vesna Makarov, dipl. oblik. tekst. in oblač.

Giblјive slike/slikarske tehnike v oblikovanju tekstilij in oblačil

Vesna Makarov se je rodila 16. aprila 1983 v Kranju. Pred študijem na Oddelku za tekstilstvo je končala srednjo šolo za oblikovanje in fotografijo v Ljubljani.

Nagrajenka Makarova se je že med študijem izkazala kot briljantna risarka in slikarka. Z neverjetno večino je obvladala različne predstavitvene in ročne tekstilne tehnike, še zlasti slikanje in tiskanje tekstilij. Bilo je logično, da je veliko razmišljala o slikarstvu in likovni umetnosti na splošno, kar je naposled uporabila v zasnovi kolekcije oblačil, kjer so njene slike resnično postale tridimenzionalne in gibljive. Njeno pozornost pa so zbudili tudi tipični pravokotni obrisi slikarskih platen in njihovi podokvirji.

Različne odnose med ženskim telesom, pravokotnimi oblikami in povečano slikovito imažerijo, kjer so prišle do izraza smeje poteze s čopičem in barvitost, je oblikovno inovativno in duhovito uporabila v ko-

lekciji oblačil. Gledalec se igrivo zaplete v dialog s simbolnim in formalnim v odnosu med telesom in oblačilom, ki preoblikuje njegovo silhueto, usmerjenost, celotno vizualno pojavnost. S smiselno razporejenimi barvnimi kontrasti jo je Vesna Makarov na novo sestavila ter radikalno posegla tudi v nosilno strukturo oblačila, saj je za voluminozno držo pod krinolino vnesla kar ves slikarski podokvir.

Dela, kot je pričujoče, smelo širijo kreativno obzorje na področju oblikovanja tekstilij in oblačil in so lep zgled vsem študentom, sta v predstavitvi med drugim poudarili mentorica red. prof. Marija Jenko in somentorica doc. Nataša Peršuh.



Foto: Dino Kužnik

Gabriјela Qualizza, dipl. obl. tekst. in oblač.

Otroška igralna podloga kot tekstilna pokrajina

Rodila se je 3. decembra 1988 v Buenos Airesu v Argentini, kjer je končala osnovno in srednjo šolo. V Slovenijo je prišla na študij, ki ga je začela v letu 2007/2008 na smeri Oblikovanje tekstilij in oblačil. Gabriјela Qualizza je razvila tekstilno igralno površino, namenjeno raziskovalnemu igranju najmlajših otrok.

Izhodišče projekta sta oblikovanje in izdelava igralne površine, namenjene otrokom med šestimi meseci in tremi leti starosti. Povod za oblikovanje „tekstilne pokrajine“ je bila potreba društva Sezam po tekstilni podlagi, kjer bi lahko otroci koristno preživeli čas sobotnih delavnic, ki jih organizira društvo. Namen tekstilne površine je, da bi edukativno pripomogla k otrokovemu motoričnemu, domišljij-skemu, socializacijskemu in komunikacijskemu razvoju. Z izzivi, prilagojenimi starosti otrok, kot so zapenjanje gumbov, odpiranje zadrg, razvrščanje po velikosti ipd., bo spodbujala in utrjevala otrokove sposobnosti.

Rezultat raziskovalnega dela je sestavljiva otroška tekstilna igralna površina v obliki krpanke v velikosti 3 m × 4,5 m, ki z različnimi liki predstavlja morški svet. Vsak lik je za otroka nov izziv, znanje, ki ga mora usvojiti ali izuriti.

Edukativnost tekstilne površine je v tem, da otrok skozi igro, na neprisiljen način pridobiva in razvija določene sposobnosti. Inovativnost izdelka je predvsem v njegovi sestavljenosti, ki dopušča prilagodljivost različnim situacijam, pripomore k otrokovemu razvoju, ga spodbuja pri premagovanju izzivov in urjenju spretnosti.

Avtorici naloge Gabrijele Qualizza je s „tekstilno pokrajino“ uspelo najti tržno nišo in ponuditi inovativen izdelek v ponudbi otroških pripomočkov, ki spodbujajo otrokov razvoj.

Društvo Sezam je tekstilno igralno površino z velikim uspehom uporabljalo poleti in jeseni na Festivalu v Izoli in v okviru svojih sobotnih otroških delavnic „Mačkov kot“ na Cankarjevem nabrežju v Ljubljani. Mentorica pri tem delu je bila red. prof. Karin Košak.



Milan Vukadin, univ. dipl. inž. obl. tekst. in oblač.

Vizualna podoba informativnega programa

V delu Milana Vukadina z naslovom „Vizualna podoba informativnega programa“ je predstavljen proces vrednotenja in posodabljanja grafične podobe osrednje informativne oddaje na komercialni televiziji. Predstavljen je proces sprejemanja odločitev po vsebinski in oblikovni strani ter spoj obeh v poenoten paket. V tem procesu so upoštevana oblikovska izhodišča obstoječe grafične podobe, spremembe v tehnologiji, spremembe v načinu zbiranja novic za elektronske medije in novice, nastale zaradi prehoda na ustvarjanje slike v visoki ločljivosti. Oblikovni proces, ki ga je izvedel Milan Vuka-

din, temelji na dognanjih likovnih teoretikov in je zasnovan tako, da so ta v sožitju z novjšimi mediji, kot so splet in male prenosne predvajaalne naprave. Z analizo in ovrednotenjem posameznih plati nastajanja informativne oddaje so bila vzpostavljena nova pravila za strukturiranje in prikaz informacij ne glede na njihov izvor in končno zaslonko površino.

Z uporabo ustvarjalnih orodij Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, Adobe After Effects, Autodesk Maya, Avid Media Composer in VIZrt in z uvedbo spremenjenega načina dela na novo nastala podoba zagotavlja enovit, preprost in nadgradljiv sistem podajanja grafičnih informacij.

Estetika in način podajanja informacij sta globoko zakoreninjena v vseh nas in sta povezana s kulturnim okoljem in osebno izkušnjo, s pomočjo katerih si vsak posameznik razlaga svet okoli sebe. Rezultat opravljenega dela je povečanje gledanosti oddaje pri populacijskem segmentu, kar je ključnega pomena za komercialno televizijo. Ta vsebinsko in tehnično zelo zahteven projekt je Milan Vukadin izvedel z izjemno veščino in ga nadgradil z nadvse sodobno estetiko, primerljivo z najprestižnejšimi izvedbami svetovno znanih medijskih hiš. Gre za visoko specializirano profesionalno stvaritev, ki močno presega okvire študentskih projektov. Mentor je bil pri tem delu red. prof. Dušan Kirbiš.

Pohvale nominirancem za Prešernove nagrade

Za sodelovanje v okviru tem za Prešernove nagrade so bile podeljene pohvale trem študentkam Oddelka za tekstilstvo, katerih dela so bila nominirana za Prešernovo nagrado v letu 2011. Pohvalo so prejele: NINA BENČINA, univ. dipl. inž. graf. tehnol., za delo *Fotografija s posebnimi efekti – dvojna in večkratna ekspozicija*, mentor red. prof. Darko Slavec; AJDA METLIKOVIČ, univ. dipl. inž. obl. tekst. in oblač., za delo *Oblačila za dom*, mentorica izr. prof. Almira Sadar; MIŠA NAGODE, dipl. inž. konf. tehn., za delo *Produkcijski manager v kaosu tekstilne industrije*, mentorica doc. dr. Matejka Bizjak.

Priznanja najboljšim študentom

Priznanje najboljši študent na Oddelku za tekstilstvo so prejeli trije študenti, in sicer na *tehnološkem področju*:

TINA JERAJ, študentka 1. letnika univerzitetnega študijskega programa prve stopnje Grafična in medijska tehnika (štud. leto 2010/2011) (povprečje 9,64);

na umetniškem področju pa:

MAJA LESKOVŠEK, študentka 2. letnika univerzitetnega študijskega programa prve stopnje Oblikovanje tekstilij in oblačil (štud. leto 2010/2011) (povprečje 10,00);

JURE AHTIK, magister grafični inženir, je imenovan za najboljšega študenta magistrskega študijskega programa druge stopnje Grafične in interaktivne komunikacije (štud. leto 2010/2011) (povprečje 9,90).

Priznanja za posebne dosežke

Priznanja za posebne dosežke so prejeli študenti, ki so se letos še posebej odlikovali s svojimi samostojnimi deli in projekti, prepoznavnimi na domačih

in mednarodnih prireditvah in razstavah. To so bili naslednji študenti in študentke:

ANJA DELBELLO in PIKA NOVAK sta na 5. Bienalu vizualnih sporočil, Slovenija, prejeli priznanje odličnosti v kategoriji knjige in knjižne zbirke (*vizualizacija projekta SvetlobaLight*), mentor je bil doc. Boštjan Botas Kenda, somentor doc. Domen Fras;

PETRA GAJZAR in MAJA OBLAK sta se na evropskem natečaju „European Fashion Designer Competition 2010“ v Londonu uvrstili med pet najboljših z delom *Caught in the Wave*, pod mentorstvom doc. Elene Fajt;

ANA JELINIČ je na slovenski prireditvi Mesec oblikovanja prejela nagrado „Perspektivni“ – modno oblikovanje za delo *Nosljivo in drzno*;

ANDREJA KRAGELNIK je v sklopu prireditve Mesec oblikovanja prejela nagrado „Perspektivni“ – tekstilno oblikovanje, predstavila se je z diplomskim delom *Metamorfoza senc* pod mentorstvom red.



Foto: Dino Kužnik

prof. Marije Jenko; prav tako je dobila priznanje na enem največjih mednarodnih sejmov tekstilij za no tranjo opremo Heimtextil v Frankfurtu za kolekcijo *Snails Company*, mentorica Tüüne-Kristin Vaikla; KATJA KUCHAR je zmagala na regijskem natečaju LIFT by Perwoll, Fashion.HR, z delom *Night Light*, mentorica doc. Nataša Peršuh;

MATIC LAHARNAR, zmagal na natečaju *Elle & Maxi naj stilist* v okviru prvega Philips Fashion Weeka, Slovenija;

PETER MOVIRIN je prejel kar nekaj nagrad in priznanj za svoja dela doma in v tujini, in sicer:

- „Nagrado za trajnostni razvoj“, Javni sklad RS za razvoj kadrov in štipendije, Slovenija, za oblikovalsko delo *Polst*, mentorica doc. Elena Fajt;
- „Fashion Design Rising Star“, ki ga podeljuje največja modna platforma „Not Just A Label“, London, za delo *FranzMadonna*, mentorica doc. Elena Fajt;
- „Black Sheep“, ki ga podeljuje največja modna platforma „Not Just A Label“, London, za delo *FranzMadonna*, mentorica doc. Elena Fajt;
- nagrada „Arte Creative“, Pariz, Francija, za delo *Polst*, mentorica doc. Elena Fajt;
- „Mango Fashion Award“, uvrstitev med 50 polfinalistov, za delo *Neimena*, mentorica doc. Nataša Peršuh;
- PETJA ZOREC je prejela „Nagrado za trajnostni razvoj“, Javni sklad RS za razvoj kadrov in štipendiranje, Slovenija, za delo *V gibanju*, mentorica Nataša Peršuh.

Uredila **Anica Levin**

Dan akreditacije 2011: Akreditacija je!

Trinajsto posvetovanje o akreditaciji je bilo 8. decembra 2011 v Kongresnem centru na Brdu, organizirala pa ga je Slovenska akreditacija (SA). Slovensko strokovno srečanje o akreditaciji je pomemben dogodek, na katerem je vsako leto veliko udeležencev. Na dogodek so bili povabljeni številni slovenski in tuji predavatelji.

Dr. Boštjan Godec (direktor SA) je spregovoril o usmeritvah, trendu rasti akreditacij in novostih pri sistemu akreditiranja. Pri evropskem združenju za akreditacijo (EA) so novosti predvsem v sodelovanju z Evropsko komisijo („Framework partnership“), v vključitvi sektorskih shem v sistem akreditiranja in revizije standardov. V prihodnje bodo čedalje pomembnejšo vlogo v svetu akreditiranja imeli splošna tehnična varnost, varstvo potrošnikov, zdravje ljudi in živali, prehrana, promet in okolje (poudarek na ekologiji in učinkoviti rabi energije). Tudi Sean MacCurtain, ki je član mednarodne organizacije ISO/CASCO, je predstavil nekaj novosti. Pomemben poudarek je bil na potrjevanju novih standardov in ugotavljanju skladnosti. O akreditiranem laboratoriju, ki ga ima Termoelektrarna Šoštanj, je spregovoril mag. Simon Tot (direktor TEŠ). Njihov laboratorij ima pomembno vlogo pri preskušanju goriv in maziv (premoga) in ovrednotenju energije v slovenskem in evropskem energijskem prostoru.

Marko Lotrič, direktor podjetja Lotrič, d. o. o., je predstavil izzive akreditiranih organov pri prilaganju novim razmeram, predvsem na področju pitne vode, zdrave prehrane in čistega zraka. Med drugim je predstavil program QTREE, ki vključuje izvedbo meritev, sistem vodenja kakovosti in trženja. Podjetje je v letu 2011 za ta program prejelo nagrado na 6. Forumu inovacij.

V letu 2011 so nastale spremembe pri izdaji standardov za certifikacijske organe. Nataša Vesel Tratnik (SA) in Marko Verbovšek (SA) sta predstavila standarde in novosti, ki so jih sprejeli v tem letu. Poudarek je predvsem na spremembah definicij certificiranja, postopku in pri zahtevah vodenja. Bolj jasno so opredeljena pogodbeno razmerja, za dobavitelje je pomembno certificiranje proizvodov, procesov in storitev. Mag. Denis Glavič-Cindro (Inštitut Jožef Stefan) in mag. Matej Grum (Urad RS za meroslovje) sta predstavila poglede ocenjevalca na ocenjevanje in akreditiranje. Mag. Glavič-Cindro je predstavil ključne elemente sistema vodenja kakovosti, osnove za izvajanje presoj in ocenjevanja, način dela ocenjevalca in interne presoje. Predstavil je pomen medlaboratorijskih primerjav, ki so dober kazalec kakovostne izvedbe preskusov ali kalibracij v laboratoriju. Mag. Grum se je osredinil na predstavitev ocenjevalca, potrebne reference, strokovno področje in njegovo izobraževanje. Prav tako je predstavil pomen korekcije in ukrepov, ki obravnava

učinkovitost izvedbe korektivnih ukrepov ob koncu ocenjevanja. O načrtovanju ocenjevanj, ki vplivajo na določitev obsega in trajanje ocenjevanja, je spregovorila dr. Katja Otrin Debevec (SA). Prikazala je pravila postopka akreditiranja, izhodišča za načrtovanje, obseg ocenjevanja, izbor vzorca za ocenjevanje, organizacijo in načrtovanje ocenjevanj. Pri akreditiranju so pomembne še poodenjevalne aktivnosti, ki vključujejo dopolnitve in ukrepe, ki jih predlaga akreditirani organ.

Vsakoletni posvet SA je uspešen dogodek, saj se iz leta v leto povečuje število udeležencev in predavateljev. Pohvaliti je treba organizatorje – Slovensko akreditacijo, ki je med drugim poskrbela tudi za uvodni kulturni program. Prav tako je treba pohvaliti predavatelje, ki so se zelo dobro pripravili na posvet. S konkretnimi primeri so prikazali teme in probleme, s katerimi se soočajo pri postopkih akreditacije. Ker se postopki akreditiranja vsako leto spreminjajo in dopolnjujejo, je posvet SA učinkovit primer seznanjanja z novostmi.

Urška Vrabič Brodnjak

Ob tednu Univerze v Ljubljani: novi laboratoriji za boljše študijske razmere in projektno delo

V okviru prireditev ob tednu univerze so na Oddelku za tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete v začetku decembra 2011 v prenovljenih prostorih slovesno odprli tri laboratorije na Snežniški in na Bogišičevi ulici v Ljubljani. Laboratoriji so namenjeni študijskemu, projektnemu in eksperimentalnemu delu na področju modne fotografije in modnega videa (fotostudio je na Bogišičevi), oblikovanju pletiv in pletenin, tretji laboratorij pa je za grafično dodelavo (v njem so ključni stroji za knjigoveško dodelavo, s čimer so pridobili možnost iz-



Foto: Tine Ravnikar



Foto: Tine Ravnikar



Foto: Tine Ravnikar



Foto: Tine Ravnikar

vavanja laboratorijskih vaj pri predmetih Dodelava grafičnih izdelkov oz. Grafična dodelava v lastnih prostorih; hkrati pa se bodo s sodobno opremljenim laboratorijem lahko tudi bolj posvetili raziskovalnemu delu, in sicer predvsem pri kontrolirani pripravi vzorcev in preskušanju različnih materialov in tehnoloških rešitev pri proizvodnji knjig). Pletilnica in laboratorij za grafično dodelavo sta v prenovljenih prostorih oddelka na Snežniški ulici. V tednu univerze so na Oddelku za tekstilstvo izdali tudi novo predstavitevno brošuro z naslovom *Z vizijo*. V prvem delu publikacije so na enem mestu predstavljeni vsi študijski programi oddelka, v drugem delu pa so med drugim predstavljeni raziskovalna dejavnost, strokovna in založniška dejavnost, dosežki študentov in diplomantov ter povzeti pomembnejši dogodki v zadnjem letu. Slovesnega odprtja novih laboratorijev se je v začetku decembra udeležil tudi rektor Univerze v Ljubljani dr. Radovan Stanislav Pejovnik ter predstavniki domačih ustanov in nekaterih sorodnih visokošolskih ustanov, ki sodelujejo z ljubljanskim oddelkom.

V pozdravnem nagovoru je predstojnik oddelka za tekstilstvo dr. Franci Sluga med drugim poudaril, da je moral odderek v preteklih letih zaradi sprememb v tekstilni panogi ustrezno poskrbeti za reformo študijskih programov na oddelku. Po njegovih besedah je bila bolonjska reforma za odderek odlična priložnost, da so se celovito lotili te reforme, zato je bil odderek med prvimi, ki so akreditirali nove bolonjske programe.

„Dejstvo pa je, da so nove metode učenja tesno povezane z materialnimi razmerami, kajti novih izobraževalnih pristopov ni mogoče izvajati s tablo in kredo ...“ je med drugim dejal predstojnik. Kljub problemom pri financiranju visokega šolstva pa odderek vsa prosta finančna sredstva, ki jih pridobi z izvajanjem drugih dejavnosti, postopoma namenja za izboljševanje razmer pri izvajanju izobraževalnega procesa. Novi trije laboratoriji so potrdilo te usmeritve.

Rektor dr. Stanislav Pejovnik pa je v svojem nagovoru med drugim rekel, da je ponosen na take visokošolske ustanove, kot je tekstilni odderek, ki ima dobre novice in vizijo.



Foto: Tine Ravnikar

Nova pletilnica na Oddelku za tekstilstvo

Pletilstvo na Oddelku za tekstilstvo ima dolgoletno tradicijo. Ima zgodovino in vizijo pedagoške in raziskovalne dejavnosti. In ima pletilnico. Nova pletilnica pravzaprav ni tako nova, kot se zdi. Oddelek je nekoč že imel obširno pletilsko delavnico, ki je nekaj desetletij dobro služila svojemu poslanstvu. Tudi izobraževalna, raziskovalna in mednarodna pletilska dejavnost na oddelku so stalnica že od nekdaj. In kaže, da ima tudi nova pletilnica več življenj. Po eni strani živi kot laboratorij za tehnološke raziskave pletilskih materialov in struktur za oblačilne in neoblačilne, tehnične namene. Nove, inovativne pletene strukture s posebnimi geometrijskimi, mehanskimi in uporabnimi lastnostmi je mogoče pletiti na industrijskem intarzijskem pletilniku Shima Seiki delitve 12E. Poleg vzorčne postaje Shima Seiki je v pletilnici tudi vzorčna postaja za pletilnike Stoll. Po drugi strani je nova pletilnica modni atelje, kjer lahko svoje zamisli udejanjijo oblikovalci. V pletilnici poteka pouk, hkrati pa se skuša oživiti slovenska pletilska tradicija. Pred časom so študentje pletli večinoma ročno, zdaj pa lahko pletejo na enostavnih ročnih in zahtevnejših mehaniziranih, elektronsko podprtih pletilnikih. S pomočjo pletilskega strokovnjaka lahko na računalniško podprtem industrijskem pletilniku izdelajo krojno oblikovane pletenine. S pomočjo programske opreme YXENDIS lahko simulirajo videz pletenih struktur. Lahko rečemo, da ima nova pletilnica vse, kar imajo veliki. Glede na to, da so pletilska obrt in industrija ter raziskovalno delo na področju pletenja na Slovenskem še kar naprej živi in živahni, verjamemo, da bosta začetna gneča in delovna vnema v novi pletilnici kar trajali in trajali ... (Alenka Pavko Čuden)

Fotografski studio

Ena večjih pridobitev na Naravoslovnotehniški fakulteti je bila v letu 2011 zagotovo gradnja novega fotografskega studia na Oddelku za tekstilstvo, ki je bil svojemu namenu predan z začetkom minulega zimskega semestra.

Studio s podpornimi sobami je v celoti zasnovan kot prostor, kjer je mogoče pedagoško in raziskovalno dejavnost izvajati na najvišji ravni. S svojo višino in zaobljenimi vogali ponuja izjemne možnosti tako fotografom kot tudi snemalcem. Ker gre za popolnoma bel prostor, so v njem nameščena tudi barvna ozadja, ki omogočajo spreminjanje scen. Studio smo načrtovali tako, da lahko delo v njem



Foto: Tine Ravnikar

poteka na dveh ločenih scenah hkrati. Poleg osnovnih scenskih postavitve se prostor ponaša tudi s kakovostno fotografsko opremo. Veliko halogenskih svetil, bliskavic, miza za preslikavo, odbojniki in druga studijska oprema dajejo ustvarjalcem in raziskovalcem odlične možnosti za kakovostno opravljeno delo. Fotografom in snemalcem so na voljo tudi profesionalni digitalni fotoaparati in digitalne kamere z dodatno opremo.

Za piko na i je v podpornih prostorih tudi vsa računalniška oprema za kakovostno postprodukcijo. Opremljeni smo po najvišjih industrijskih standardih in lahko rečemo, da so naši študenti dobro pripravljeni na zaposlitev. Z zanesljivostjo lahko trdimo, da nam je uspelo s fotografskim studiem povezati področja, kot so modna fotografija, video-produkcija in razvoj novih slikovnih tehnologij. Gre torej za popolno vez med umetnostjo, tehnologijo in znanostjo. (*Jure Ahtik*)



Foto: Tine Ravnikar

2. SIMPOZIJ O UNIFORMAH

(12. aprila 2012 na Gospodarski zbornici Slovenije)

Tehnične zahteve, dobavitelji in proizvajalci – pot do kakovostnega oblačilnega sistema

V prostorih Gospodarske zbornice Slovenije bo 12. aprila 2012 (Dimičeva 13, dvorana A) v sodelovanju med Studiom design Sonja Šterman in GZS – Združenjem za tekstilno, oblačilno in usnjarsko-predelovalno industrijo organiziran **2. simpozij o uniformah**, katerega glavna tema bo:

Tehnične zahteve, dobavitelji in proizvajalci – pot do kakovostnega oblačilnega sistema

Pobudnica projekta, doc. Sonja Šterman, je na podlagi dolgoletnih izkušenj z dobavitelji, izdelovalci in naročniki sklenila krog. Simpozij bo ponudil širok spekter aktivnosti, kjer bodo potencialni naročniki, katerih zaposleni so odeti v uniforme, lahko dobili informacije različnih strokovnjakov. Predavanjem in kratkim predstavitev posameznih podjetij, ki se kakorkoli ukvarjajo s proizvodnjo ali zastopanjem uniformiranih oblačil, bo sledila okrogla miza o ponudbi in povpraševanju tovrstnih oblačil. Na okrogli mizi bodo sodelovali predstavniki najvidnejših uniformiranih skupin, izdelovalcev tkanin in oblačilnih sistemov, raziskovalcev, ki testirajo oblačila, in tistih, ki postavljajo tehnične parametre ter navsezadnje oblikujejo novo celostno podobo uniformiranih oblačil. Tako bo simpozij povezal potencialne naročnike in tiste, ki oblikujejo, proizvajajo ali zastopajo podjetja, ki ponujajo proizvodnjo oblačilnih sistemov. Teorija bo tako prepletena z bogatimi izkušnjami in prežeta z dejstvi zdajšnjega položaja v Sloveniji, ki spremlja prenavo in nakup novih oblačilnih sistemov za zaposlene.

Strokovni dogodek bo popestrila tudi razstava oblačil nove celostne podobe zaposlenih v Službi za varovanje v podjetju Krka, d. d., ob ogledu katere bo dovolj časa za navezavo stikov.

Teme predavanj

- **Koncept in razvoj oblačilnega sistema Krka, d.d.;** nadgradnja dizajna s tehničnimi zahtevami materialov kot pogoj kakovosti pri nabavi oblačil (*doc. Sonja Šterman*); v okviru tega bo torej tudi razstava modelov,
- Pogoji in potek testiranja uniformiranih oblačilnih sistemov – videoposnetek testiranja v ekstremnih razmerah nošenja (*doc. dr. Daniela Zavec Pavlinič*),
- **Kreativni način sporazumevanja v delovnem okolju** (*mag. Nastja Mulej, edina licencirana trenerka de Bonovih metod razmišljanja v Sloveniji*),
- **Vrednotenje in merjenje tehničnih parametrov, definiranih v tehničnih podatkih tkanin** zakaj je pri pripravi nove celostne podobe pomembno zahtevati natančno definirano specifikacijo tkanin (*izr. prof. dr. Olivera Šaupert*).

Okrogla miza pa bo zajela med drugim področje povpraševanja in ponudbe proizvodnje oblačilnih sistemov v Sloveniji, priprave ustreznih kvalitativnih zahtev in dokumentacije, ki zagotavlja lažjo pot do kakovostnih oblačilnih sistemov. Gostje bodo predstavniki institucij, ki se vsak dan tako ali drugače ukvarjajo z uniformami.

Kontakt in dodatne informacije

STUDIO DESIGN

Sonja Šterman, Maistrova ulica 10, 9241 Veržej
mob. 041 340 567
e-pošta: simpozij@sonjasterman.si
spletna stran: www.sonjasterman.si

ZDRUŽENJE ZA TEKSTILNO, OBLAČILNO IN USNJARSKOPREDELOVALNO INDUSTRIJO

Jožica Weissbacher, Dimičeva 13, 1504 Ljubljana
tel.: 01 58 98 289, 01 58 98 000
faks: 01 230 22 58
spletna stran: www.info@gzs.si, www.gzs.si/tekstil_in_usnje

Posvet Tekstilni dnevi Zagreb 2011: Nova spoznanja v funkciji razvoja tekstilne in oblačilne industrije

Tradicionalni strokovni posvet v Zagrebu, ki ga vsako leto novembra organizirajo Hrvatska inženirska zveza tekstilcev, Tekstilno-tehnološka fakulteta Vseučilišča v Zagrebu, Hrvaška gospodarska zbornica in Hrvaška gospodarska zbornica – zbornica Zagreb ter Zagrebški velesejem ob finančni podpori Ministrstva za znanost, izobraževanje in šport, je tokrat imel naslov *Nova spoznanja v funkciji razvoja tekstilne in oblačilne industrije* in je med drugim potekal v okviru praznovanja 60-letnice izdajanja znanstveno-strokovnega časopisa *Tekstil*.

V nekaj prispevkih so bili med drugim predstavljeni tudi zadnji tehnološki dosežki na nekaterih tekstilnih področjih, kot je bilo mogoče videti na Itmi 2011.

Svetovne smernice v tehnologiji izdelave pletiv je predstavil predavatelj z zagrebške fakultete Zlatko Vrljičak, ki je med drugim prikazal tudi svetovno proizvodnjo posameznih vlaken in porabo posameznih vrst vlaken skozi daljše časovno obdobje. Zdaj se vseh vrst vlaken na svetu porabi povprečno 11,5 kg na prebivalca, leta 1950 pa je bila ta poraba 3,7 kg na prebivalca. Po letih upada proizvodnja naravnih vlaken. Tako je lani delež bombaža v proizvodnji vseh vlaken pristan na 34 odstotkih. Dejstvo je, da države v razvoju kot doslej največje pridelovalke bombaža obdelovalne površine potrebujejo za hrano. Tudi pletilska proizvodnja se po podatkih, ki jih je navedel predavatelj, čedalje bolj seli v Azijo, predvsem na Kitajsko: v zadnjih petih letih je šlo namreč kar 70 odstotkov svetovne proizvodnje vseh vrst pletilnikov na Kitajsko. Tudi stari stroji iz propadlih evropskih pletilnic so bili prodani v Azijo. V zadnjem delu svojega predavanja je predstavil dosežani razvoj najpomembnejših pletilskih strojev in njihovih dosežkov z zadnje Itme, na kateri je bil pri-

kazan tudi najfinejši pletilnik, ki bo omogočil pletenje najfinejšega pletiva doslej.

Že na zadnjih treh Itmah zapovrstjo je bilo opaziti, da izdelovalci tkalskih strojev pri *inoviranju tkalske tehnologije* niso dajali poudarka večanju hitrosti strojev, temveč so svoje izboljšave namenili fleksibilnosti in kakovosti izdelave tkalskih strojev, racionalizaciji porabe energije, širši so tudi stroji za tkanje čedalje širših tkanin, je bilo med drugim mogoče slišati na predavanju Stane Kovačević, Snježane Brnada in Ivane Gudlin Schwarz. Tkalski stroji za specifične tkanine, še zlasti za tehnične tekstilije, sodeč po zadnji Itmi omogočajo čedalje večjo fleksibilnost pri menjavi proizvodov.

Mlada raziskovalka Alenka Šalej na Oddelku za materiale na Naravoslovnotehniški fakulteti v Ljubljani je v prispevku *Primeri uporabe zlitin z oblikovnim spominom na področju tekstila* (soavtorja prispevka sta bila še Tatjana Rijavec in Peter Fajfar) predstavila zlitine iz niklja in titana, t.i. nitinole. Nitinoli lahko spreminjajo oblike že pod vplivom telesne temperature in so zato med zlitinami edine primerne za uporabo v oblačilih. Delovanje oblikovnega spomina je praktično ponazorila s posnetim eksperimentom. Zlitine nitinoli omogočajo projektiranje in razvoj pametnih tekstilij in oblačil s funkcijo prilagajanja oblike in velikosti za uporabo na najrazličnejših področjih: od medicinskih tekstilij, osebne zaščitne opreme, tekstilij za šport do geotekstilij. Poleg zmožnosti oblikovnega spomina ima nitinol tudi lastnost superelastičnosti, zato ga uporabljajo med drugim tudi za medicinske kompresijske nogavice. Ker nitinol dobro absorbira udarno energijo, pa ga s pridom uporabljajo v neprebojnih jopičih.

V okviru tržno usmerjenega projekta Eureka, v katerem sodelujejo partnerji (gospodarstvo in visokošolske ustanove) iz Hrvaške, Slovenije in Avstrije, poteka *raziskava o izboljšanju odpornosti volnenih in bombažnih mešanic na gorenje*. Iz gospodarstva so v projekt vključena naslednja podjetja: Beti Metlika, hrvaški Galeb in Anton Paar iz Avstrije. Irena Petrinić z Univerze v Mariboru (Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo) je v prispevku o odpornosti prej in pletiv v mešanicah (soavtorice Hermina Bukšek – Univerza v Mariboru ter Tanja Pušić in Sandra Bischof Vukušić – obe Tekstilno-tehnološka fakulteta Zagreb) predstavila med drugim razvoj in projektiranje prej in pletiv z večjo toplotno stabilnostjo, ki jih bodo uporabili za proizvodnjo spodnjega perila, otroških oblačil in za oblačila za šport

in rekreacijo. Funkcionalno ognjeodporno pletivo je namenjeno hrvaškemu trgu in trgov širše regije kot konkurenčni eko-inovativni izdelek z visoko dodano vrednostjo in sprejemljivo ceno.

Inovacije na področju tekstilnega plemenitenja, prikazane na Itmi 2011, sta predstavili Sandra Flinčec Grgac in Sandra Bischof Vukušić, ki sta med drugim v prispevku omenili tista podjetja, ki so na Itmi prikazala opazne inovacije in izboljšave strojev in opreme za vse plemenitilske faze ter plemenitilnih sredstev. Tudi tu se pomembne inovacije nanašajo med drugim na racionalizacijo porabe energije, ekološko usmeritev plemenitilnih sredstev, računalniško podprte procese itd. Veliko razstavljalcev je bilo na Itmi 2011 s področja digitalnega tiska.

V prispevku o alternativnih postopkih pranja so bili predstavljeni rezultati *raziskave o učinkovitosti pranja s kroglicami Biowashball®*. Avtorji Tanja Pušić, Ksenija Višić, Ivo Soljačić in Tihana Dekanić so analizirali primarne in sekundarne učinke pranja s tem alternativnim sredstvom, ki po deklaraciji deluje popolnoma naravno, ne povzroča alergijskih reakcij in naj bi nadomeščal klasične detergente in mehčalce ter zagotavljal trajnost tekstilnih izdelkov. Preizkus učinkovitosti pranja je bil narejen pri pranju bombažnih tkanin in tkanin iz mešanice poliestra in bombaža pri 40 °C. Boljše učinke pranja so ugotovili pri tkaninah iz mešanice PES/bombaž.

V prispevku *Tehnologija membranskega bioreaktorja v obdelavi odpadnih voda iz tekstilne industrije* (avtorici Mirjana Čurlin s Živilsko-biotehnoške fakultete Zagreb in Irena Petrinić s Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Maribor) so bili predstavljeni preliminarni rezultati uspešnosti obdelave odpadne vode, pripravljene v laboratoriju po recepturi odpadne vode iz tovarne Beti Metlika (izdelava preje), s tehnologijo membranskega bioreaktorja. Dobljeni rezultati so potrdili uspešnost kombiniranega biološko-fizikalnega čiščenja tekstilne odpadne vode, ki poteka v membranskem reaktorju.

Sledile so tudi predstavitve treh uspešnih hrvaških tekstilnih podjetij. Družinsko podjetje *Hemco, d. o. o., Đakovo* je bilo ustanovljeno leta 1992. Izdeluje zaščitna oblačila in opremo za različna področja – delovna oblačila, medicinska, oblačila za gostinstvo in hotelirstvo, specialna oblačila za policijo in vojsko ter promocijske izdelke. Podjetje, ki ves čas vlaga v nove tehnologije in inovacije, sodeluje s priznanimi mednarodnimi in domačimi izdelovalci kakovostnih tekstilij in materialov. Drugo podjetje, ki se je

predstavilo, je *Splendor tekstil, d. o. o., iz Zagreba*, ki izdeluje vrhunska profesionalna oblačila za zaščito na različnih delovnih mestih in za različne specialne potrebe ter je licenčni partner družbe W. L. Gore & Associates GmbH. Splendor prav tako zastopa Haix-Schuhe GmbH iz Nemčije, izdelovalca profesionalne obutve iz Gore-tex®.

Podjetje *Kotka iz Krapine*, ki je specializirano za proizvodnjo moških oblačil in ima okoli 600 zaposlenih, kljub konkurenci na oblačilnem trgu izvozi okoli 99 odstotkov oblačil. S tujimi podjetji sodelujejo v okviru tehnične kooperacije, saj zanje naredijo vse od – prototipa do modela in kolekcije. Toda brez tehnično-tehnološkega znanja jim to ne bi uspelo. Pri razvoju so jim veliko pomagali predavatelji z zagrebške tekstilno-tehnološke fakultete, je bilo rečeno.

Zagrebški fakulteti se je zahvalila tudi sekretarka Združenja za tekstilno in oblačilno industrijo pri Hrvaški gospodarski zbornici Mirjana Gambiroža-Jukić, ki je med drugim poudarila, da je fakulteta s svojim delom pripomogla, da je znanje v hrvaških tekstilnih tovarnah na visoki ravni, in kljub problemom je tekstilna industrija na Hrvaškem obstala. V panogi še vedno dela kakšnih 750 podjetij (predvsem mala in srednja), v drugi polovici leta 2011 pa je v njej še vedno delalo več kot 21.400 delavcev. Država je tekstilni panogi razdelila sredstva za prestrukturiranje. Pokazalo se je, da so tista podjetja, ki so jih namenila za visoko tehnologijo, obstala in se razvijajo.

Anica Levin

Rusija: stabilna rast v maloprodaji oblačil

Po nekaj kriznih letih je prodaja oblačil na drobno na ruskem trgu v letu 2011 zrasla za okoli pet odstotkov, za obdobje 2012/2013 pa je po poročilu iz publikacije *Global Apparel Markets* (izdajatelj *Textiles Intelligence*) predvidena povprečno celo 6-odstotna rast prodaje oblačil na leto. Rast maloprodaje je spodbudila investicije tujih znamk, ki so v zadnjih letih začele prevladovati na ruskem trgu. Šest od

desetih največjih svetovnih maloprodajnih trgovskih verig z oblačili, kot so C&A Europe, Fast Retailing, Gap, H&M, Inditex in Next, je vstopilo na ruski trg in uspelo. Čeprav imajo ženska oblačila največji tržni delež, pa so zdaj največja pričakovanja za rast prodaje moških oblačil. Za to skupino oblačil celo napovedujejo, da bo prodaja rasla z dvomestnim številom vsaj do leta 2013. Prav tako obetaven segment za prodajo so otroška oblačila in tako pričakujejo, da bo prodaja teh oblačil do leta 2013 rasla po 10 odstotkov na leto. Še zdaleč najobetavnejšo prodajo pa na ruskem trgu pričakujejo na področju športnih oblačil. Do leta 2017 naj bi se prodaja teh povečevala povprečno za 16 do 19 odstotkov na leto.

Medtem ko nekatera podjetja prodirajo na ruski trg v okviru franšiznih sporazumov, pa je kar precej taktih, ki vstopajo na trg neodvisno. Toda podjetja, ki načrtujejo vstop ali širitev na ruskem trgu brez ruskega partnerja, se lahko znajdejo pred resnim problemom, ko se soočijo s političnimi ovirami in široko razširjeno korupcijo v podjetniškem poslovanju. Veliko analitikov je prepričanih, da je najboljša pot za nadaljnji razvoj tujih blagovnih znamk v Rusiji, če investirajo v veleblagovnice, ker je to razmeroma še nerazvito področje. Številne stavbe so namreč zapuščene in prazne ter bi se lahko obnovile in preoblikovale v veleblagovnice.

Da bi se izboljšala konkurenčnost domačih izdelovalcev in okrepil njihov položaj na trgu glede na velik uvoz in konkurenco tujih blagovnih znamk, je ruska vlada sprejela Strategijo razvoja lahke industrije do leta 2020; v okviru te strategije načrtujejo posodobiti obstoječe proizvodne zmogljivosti in s tem izboljšati kakovost domače izdelave. Oblasti optimistično upajo, da bo več kot polovica vseh oblačil, prodanih na ruskem trgu, do leta 2020 izdelanih doma.

Vir:

Textiles Intelligence, november 2011

Prevod
Anica Levin

ITMA 2011 – Predobdelava in apreture

Na letošnji Itmi se je znova predstavila množica izdelovalcev tekstilnih strojev in naprav. Številni so predstavili izboljšane verzije že znanih strojev in napredne – inteligentne postopke. V duhu časa je največ izboljšav usmerjenih v varčevanje z energijo in vodo ter v optimalni izkoristek vseh virov.

Predobdelava

Na področju sušenja in fiksiranja sta bili med vidnejšimi razstavljalci podjetji Monforts in Brückner. Monforts je prikazal visoko razvit napenjalni sušilnik Montex 6500, ki ima integriran modul za rekuperacijo toplote iz zraka. S segrevanjem vstopajočega svežega zraka se prihrani do 30 odstotkov energije. Med posebnostmi tega sistema je avtomatsko čiščenje stroja, ki poteka med samo proizvodnjo, s čimer se skrajša čas nedelovanja oz. ustavljanje sploh ni potrebno. Pomembna posebnost stroja Montex 6500 je možnost neodvisnega uravnavanja temperature in kroženja zraka pod materialom in nad njim. Posebno pri procesih premazovanja se tako dosežejo homogeni nanosi brez mehurčkov. Optimizirana je tudi Sanforjeva naprava za kompresivno krčenje TOP-TEX. Z izboljšanim skrčevalnim delom z gumijastim trakom in hlajenjem je mogoč daljši čas obdelave. Poleg tega ima naprava večji cilindri in s tem hitrejšo proizvodnjo. Tudi podjetje Brückner je razvilo sušilnike nove generacije, ki delujejo ob manjši porabi energije in so tako prijaznejši do okolja in bolj ekonomični, kar je poudarjeno tudi v imenu – PowerFrameEco. Sušilnik je opremljen s centralnim grelnim sistemom, novim sistemom zračenja in optimiziranim uravnavanjem temperature, kar omogoča do 30-odstotni prihranek energije. Pri napravi Duo-Therm je sušilnik opremljen z dvema ločenima tokokrogoma za zrak in toploto, Split-Flow-System, pri čemer se blago na zgornji in spodnji strani lahko različno obdelata. Tudi to je pomembno predvsem pri procesih premazovanja. Kot smiselno dopolnilo sušenju ponuja Brückner različne možnosti plastenja in laminiranja. Podjetja Setex, Mahlo, Pleva in Erhart+Leimer ponujajo rešitve za krmiljenje in avtomatizacijo siste-

mov ter merilno in senzorsko opremo. Njihovi izdelki so integrirani v različne stroje. Setex se je kot strokovnjak za vodenje in avtomatizacijo procesov predstavil v najširšem obsegu. Podjetje Mahlo se ukvarja predvsem z vodenjem procesov pri različnih plemenitilnih postopkih in skrbi za energetske učinkovitost sušenja. Sistem Eko-Opti-Dry podjetja Pleva-Sintex nadzoruje in uravnava sušilne procese z merjenjem porabe energije, s čimer se natančno uravnava poraba energije za sušenje. Pri tem uporablja različne senzorje in merilne sisteme za merjenje vlažnosti, temperature in gostote blaga, količine kisika in drugo.

Različne naprave za premazovanje sta prikazali podjetji Brücker in v povezavi s podjetjem Cavitex in Zimmer. Plazemsko napravo Plazma 2000 je predstavilo podjetje Arioli. Izdelovalec laboratorijskih aparatov Mathis je predstavil laboratorijski aparat za različne vrste premazovanja, sušenja in laminiranja pod imenom Lab-coater. Predstavil je tudi laboratorijski barvalnik Colorstar CJ za optimiziranje izčrpalnih postopkov barvanja in v kombinaciji z napravo SmartLiquor za spektrofotometrično analizo barvnih kopeli. Podjetje Lafer je predstavilo obdelavo celuloznih vlaken s tekočim amonijakom, kar nadomešča postopek mercerizacije.

Apreture

Kemična industrija se je predstavila na lastnih stojnicah. Poznana podjetja, kot so Clariant, DyStar, CHT/Bezema, Huntsman, Tanatex, Sanitized in druga, so predstavila izdelke in postopke, ki jih lahko opišemo kot ekološke in ekonomske.

Clariant je predstavil novo generacijo nehalogenih sredstev za zaščito pred ognjem PecoFlam, ki temeljijo na fosforjevih in dušikovih spojinah. Ta izdelek je na voljo tudi v reaktivni obliki za vezanje na blago pod imenom Peco-Flam-Eco. Clariant je predstavil tudi nove florkarbonske apreture in izdelek Quiospheres. Ta vsebuje mikrokapsule s kozmetičnimi pripravki, ki se sproščajo ob učinkovanju encimov na koži. Dystar je predstavil ekološke in ekonomske prednosti postopka Sera-Eco-Wash s pomožnim sredstvom Sera-Fast-C-RD, ki omogoča dobre pralne učinke že pri 60 °C ter omogoča prihranke pri energiji in vodi. Sanitized je predstavil izdelek Sanitized TH 22-27, ki je alternativa triklosanskim biocidom. Novozymes je demonstriral kombinirani postopek Bioblasting in Biopolishing, kjer obenem z obdelavo s celulazami izvede-

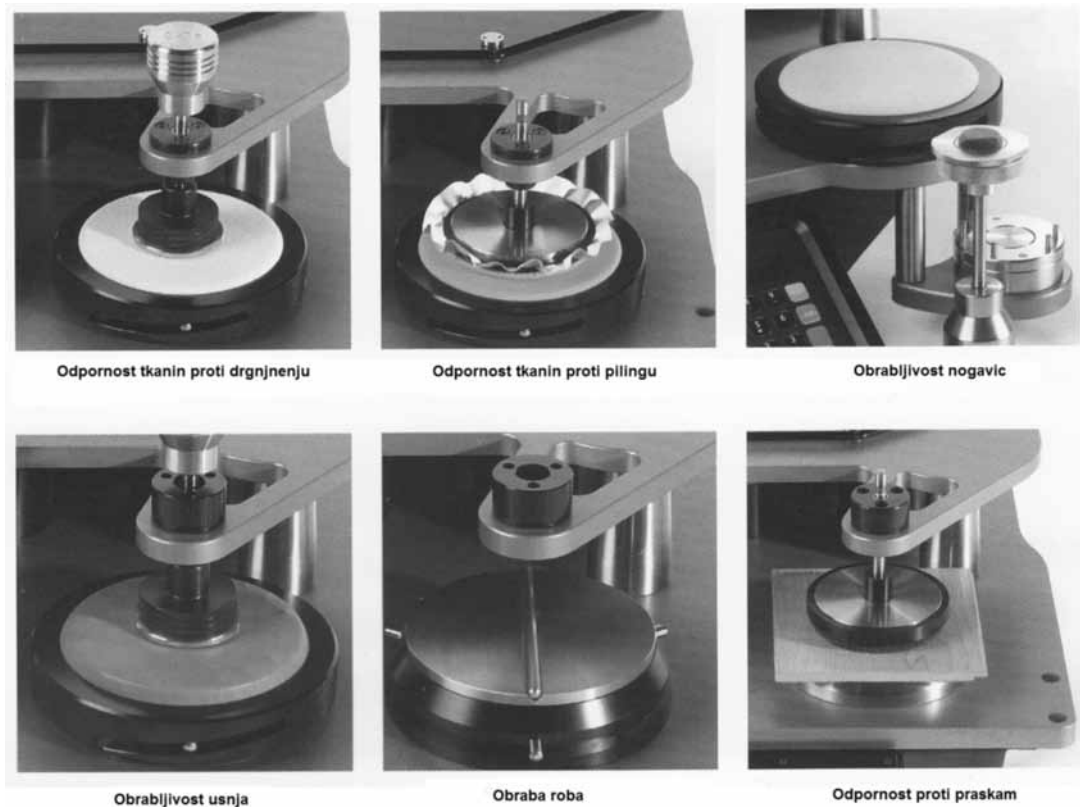
mo barvanje pri 60 °C. Nevtralni encim Cellusoft Combi je aktiven, dokler ne dodamo alkalije. Podjetje CHT/Bezema je z vidika ekologije in ekonomije predstavilo večjo paleto izdelkov, med njimi pomožno sredstvo za predenje Duron OF, peroksidni stabilizator Contavan ICE, belilno pomožno sredstvo Felosan IFA in novo barvilo za trikromijo Bezaktiv-S-matrix. Huntsman pa je med drugim predstavil sistem za hladno beljenje Gentle Power Bleach. Datacolor je predstavil vrsto izdelkov strojne in programske opreme za merjenje barve. Med njimi novo napravo, imenovano Viewport. Namesto merilne odprtine z definirano velikostjo ima Viewport svetlobno kabino, v kateri se vzorec oceni s pomočjo sistema kalibriranih kamer. Aparat je zanimiva in pomembna dopolnitev vizualne ocene po sivi skali predvsem za komunikacijo v tekstilni dobavni verigi. Mogoča je tudi izmenjava podatkov prek spletnih portalov. Za ocenjevanje obstojnosti obarvanj je britansko podjetje VeriVide predstavilo fizikalni merilni sistem Digieye, ki nadomešča subjektivno ocenjevanje barvnih obstojnosti po sivi skali. Na lastnem razstavnem prostoru se je letos predstavljala tudi vrsta ekoloških znakov Ekotex-standard 100, 200 in 1000.

Petra Forte-Tavčer

ITMA 2011 – Laboratorijska oprema za preizkušanje tekstilij

Na področju laboratorijske opreme za preizkušanje tekstilij se je na Itmi predstavilo kar nekaj podjetij z vsega sveta.

Nemška družba Atlas je predstavila nov model aparata za testiranje materialov na pospešeno izpostavljanje različnim vremenskim razmeram, Xenotest 220 oz. 220+. Ta je predprogramiran v skladu z veljavnimi standardi ISO in AATCC, ima pomnilniško kartico za enostavno shranjevanje podatkov in nadgradnjo programske opreme. Aparat omogoča

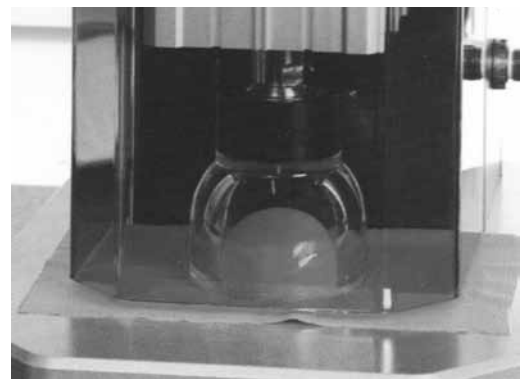


Slika 1: Namembnost uporabe drgalnega aparata Martindale (James Heal)

tudi oddaljen nadzor, tekoče spremljanje analize in e-poštne storitve.

V razstavnih prostorih podjetij MESDAN, SDL Atlas in James Heal smo si ogledali nov model Martindale Wear & Abrasion Tester z devetimi mesti za vpenjanje preizkušancev, s katerim se ugotavlja odpornost materiala na drgnjenje in piling. Vsako podjetje ponuja uporabniku prijazen aparat za enostavno uporabo in z določenimi posebnostmi. Na voljo so tudi aparati z manj mesti preizkušancev. V glavnem so primerni za lahke in težke materiale z možnostjo dokupa posebnega nastavka za preizkušanje obrabe nogavic.

James Heal je predstavil nov aparat za razpočno trdnost, ki omogoča testiranje različnih materialov, od najfajnejših, kot sta na primer mreža za mrčes in toaletni papir, pa do tehničnih tekstilij, kot tudi medicinskih tekstilij in plastične embalaže. Aparat omogoča pnevmatsko vpenjanje petih različnih velikosti preizkušancev ter s tem preprečuje zdrs in poškodbo materiala.



Slika2: Aparat za razpočno trdnost – TRUBURST (James Heal)

Podjetje Measurement Technology NW je v sodelovanju s podjetjem MESDAN predstavilo posebne instrumentalne sisteme za ugotavljanje termičnih lastnosti tekstilij, oblačil, športne opreme, opreme za gasilce, zaščitne opreme ter dinamična toplotna okolja, kot je letalska kabina ali notranjost avtomobila in vagona. Njihove biofizikalne instrumentalne sisteme zasledimo po vsem svetu, tako v testnih

agencijah, raziskovalnih laboratorijih na univerzah, komercialnih laboratorijih, kot tudi v vojaških oziroma vladnih laboratorijih. Posamezni testi se izvajajo na različnih termičnih sistemih – lutkah, to je odvisno od izdelka, ki ga želimo preizkusiti, npr. rokavice, potapljaška oprema, spalne vreče, gasilska zaščitna oblačila in druga. Posebni sistemi so oblikovani tako, da se spremlja odziv na razmere v dinamičnem okolju, npr. pri hoji, potapljanju ali vožnji z avtomobilom.

Lidija Černe

Diplomska, magistrska in doktorska dela

Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta
Oddelek za tekstilstvo

Visokošolski strokovni študijski program

Grafična tehnika

KOŠTOMAJ, Marjan. *Spletna aplikacija za evidenco delovnih nalogov v tiskarni*. Mentor doc. dr. Aleš Hladnik. Ljubljana, oktober 2011.

ŠUBIC, Petra. *Načrtovanje in uporaba rokovnika*. Mentor viš. pred. dr. Gorazd Golob. Ljubljana, oktober 2011.

ŽORŽ, Boštjan. *Barvne spremembe na skrčljivih ovojnih folijah*. Mentor viš. pred. dr. Gorazd Golob. Ljubljana, oktober 2011.

ŠENK, Lea. *Talilni transferni tisk na bombažni pletenini*. Mentorica prof. dr. Petra Eva Forte Tavčer. Ljubljana, oktober 2011.

BURJEK, Jure. *Makrofotografija*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, oktober 2011.

KALAN, Nejc. *Estetika v fotografiji*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, oktober 2011.

KOVAČIČ, Saša. *Razvoj tiskanega oglasa v reviji PIL*. Mentor prof. Dušan Kirbiš. Ljubljana, oktober 2011.

VOLK, Barbara. *Prenova celostne grafične podobe Hranilnice in Posojilnice Vipava*. Mentor doc. Domen Fras. Ljubljana, november 2011.

JONTEZ, Janja. *Po poti reke Krke*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, november 2011.

ERŽEN, Sabina. *Vpliv optičnih lastnosti na barvno konstanco papirjev*. Mentorica izr. prof. dr. Sabina Bračko. Ljubljana, december 2011.

LAPUH, Simona. *Vpliv svetlobe na barvno fotografijo*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, december 2011.

Visokošolski strokovni študijski program

Konfekcijska tehnika

ZOR – VELIKONJA, Maša. *Reciklažni nakit*. Mentorica prof. Almira Sadar. Ljubljana, oktober 2011.

KOČEVAR, Natalija. *Pletiva za spodnje perilo*. Mentorica doc. dr. Alenka Pavko – Čuden. Ljubljana, december 2011.

MARKOVIČ, Nina. *Obvezni kosi oblačil*. Mentorica prof. Almira Sadar. Ljubljana, december 2011.

Visokošolski strokovni študijski program

Tekstilna tehnika

PRELOGAR, Ana Marija. *Zgodovina pletenja*. Mentorica doc. dr. Alenka Pavko – Čuden. Ljubljana, december 2011.

Visokošolski strokovni študijski program

(1. stopnja)

Proizvodnja tekstilij in oblačil

JASIČ, Špela. *Tiskanje poliestrne vlaknovine*. Mentorica prof. dr. Petra Eva Forte Tavčer. Ljubljana, december 2011.

MEDIĆ, Sanela. *Kostumografija v Lutkovnem gledališču*. Mentorica prof. Karin Košak. Ljubljana, december 2011.

RABIČ, Sašo. *Določanje količine preparacije na multifilamentnih prejah z aparatom Minispec TR-NMR*. Mentorica doc. dr. Tatjana Rijavec. Ljubljana, december 2011.

Visokošolski strokovni študijski program

(1. stopnja)

Grafična in medijska tehnika

PUGELJ, Karmen. *Celostna grafična podoba tiskarne Vesel d. o. o.* Mentor prof. Dušan Kirbiš. Ljubljana, oktober 2011.

BURJEK, Ana. *Krajinska fotografija*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, oktober 2011.

ČURIČ, Damjan. *Fotografija otoka Lošinj*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, oktober 2011.

PLUT, Jalen. *Tehnologije spleta 2.0 in digitalna identiteta*. Mentor doc. dr. Aleš Hladnik. Ljubljana, november 2011.

Univerzitetni študijski program (1. stopnja) Načrtovanje tekstilij in oblačil

REMŠKAR, Eva. *Merjenje UV lastnosti PP in PES/ CV predivnih prej.* Mentor prof. dr. Krste Dimitrovski. Ljubljana, oktober 2011.

Univerzitetni študijski program (1. stopnja) Oblikovanje tekstilij in oblačil

ČOLAK, Ilina. *Risanje s svetlobo.* Mentorica izr. prof. Marjetka Godler. Ljubljana, november 2011.

FERLAN, Ina. *Kostumografija za sodobni kratkometražni film.* Mentorica prof. Karin Košak. Ljubljana, november 2011.

ROZMAN, Ingrid. *Barve in prostor.* Mentor prof. Dušan Kirbiš. Ljubljana, november 2011.

Univerzitetni študijski program (1. stopnja) Grafične in interaktivne komunikacije

ZAJEC, Miha. *Načini digitalnega oblikovanja pisav.* Mentorica doc. dr. Klementina Možina. Ljubljana, oktober 2011.

DJALIL, Surya. *Celostna grafična podoba podjetja Apartman 25, d.o.o, njena umestitev v medijih in odziv javnosti na njo.* Mentor doc. Boštjan Botas Kenda. Ljubljana, oktober 2011.

KURNIK, Špela. *Verifikacija 2D kod.* Mentorica izr. prof. dr. Tadeja Muck Ljubljana, december 2011.

Univerzitetni študij tekstilstva in grafične tehnologije – smer tekstilstvo

KOCIJAN-DOLINŠEK, Maja. *Geometrijski parametri votkovnega levo-desnega viskoznega pletiva različnih vezav.* Mentorica doc. dr. Alenka Pavko – Čuden. Ljubljana, december 2011

Univerzitetni študij tekstilstva in grafične tehnologije – smer grafična tehnologija

STEVIČ, Dijana. *Izdelava celostne grafične podobe.* Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, oktober 2011.

ROTAR, Mojca. *Uporaba enačb za barvne razlike pri vzorcih z minimalno razliko v nasičenosti.* Mentorica izr. prof. dr. Sabina Bračko. Ljubljana, november 2011.

Univerzitetni študijski program Oblikovanje tekstilij in oblačil

ERIČ, Nataša. *Upor in provokacija v tekstilnem oblikovanju.* Mentorica prof. Marija Jenko. Ljubljana, oktober 2011.

OGRIZEK, Linda. *Psi obsijani s tekstilijami.* Mentorica izr. prof. Marjetka Godler. Ljubljana, oktober 2011.

OROŽIM, Mateja. *Kolekcija športnih oblačil.* Mentorica doc. Nataša Peršuh. Ljubljana, oktober 2011.

PRIVERŠEK, Janja. *Kli-kle-kla.* Mentorica izr. prof. Vera Sešlar Založnik. Ljubljana, november 2011.

PAĐAN, Tanja. *Urbana kamuflaža.* Mentorica izr. prof. Marjetka Godler. Ljubljana, november 2011.

PEZDIREC, Marjeta. *Oblikovanje kolekcije oblačil s predstavitevjo na spletu.* Mentorica prof. Almira Sadar. Ljubljana, november 2011.

Magistrski študijski program (2. stopnja) Grafične in interaktivne komunikacije

ROTAR, Bojan. *Kartonska embalaža z Braillovo pisavo.* Mentorica izr. prof. dr. Tadeja Muck. Ljubljana, oktober 2011.

OPAKA, Uroš. *Linearizacija in karakterizacija digitalnega fotografskega aparata.* Mentorica doc. dr. Dejana Javoršek. Ljubljana, december 2011.

Univerza v Mariboru

Fakulteta za strojništvo

Oddelek za tekstilne materiale in oblikovanje

Visokošolski študijski program tekstilstva

HASIČ, Elvira. *Proučevanje toplotno fizikalnih lastnosti funkcionaliziranih netkanih tekstilij.* Mentorica red. prof. Bojana Vončina. Maribor, november 2011.

MLINARIČ, Damjana. *Kostumografija za otroško predstavo Lučka.* Mentorica doc. dr. Gabrijela Fužir Bauer. Maribor, november 2011.

Univerzitetni študij tekstilstva

HOSTA, Anja. *Konstruiranje in modeliranje ženske poročne obleke.* Mentorica doc. dr. Andreja Rudolf. Maribor, december 2011.

Magistrski študij tekstilstva

GOMBOC, Lidija. *Študij vpliva hitrosti preizkušanja na obnašanje specialnih prej pri nateznem preizkusu.* Mentor izr. prof. dr. Zoran Stjepanovič. Maribor, november 2011.

Uredila
Anica Levin

V spomin Francu Lesjaku

generalnemu direktorju Predilnice Litija
16. 12. 1952–29. 12. 2011



Globoko pretreseni smo se zadnji dan v letu 2011 poslovili od našega generalnega direktorja Franca Lesjaka. Vedeli smo za hudo bolezen, ki jo je že enajst let hrabro premagoval. Imeli smo kanček upanja, da si bo znova opomogel in se spet pripeljal skozi vhodna vrata Predilnice Litija. Toliko bolj smo verjeli v to, ker je imel močno upanje in močno voljo tudi sam, v vsakem še tako težkem trenutku. Franc Lesjak se je rodil 16. decembra 1952 v Litiji očetu Francu in mami Mariji kot prvi od osmih otrok.

Kot štipendist Predilnice Litija se je leta 1967 vpisal na Srednjo tekstilno šolo v Kranju, nato pa leta 1971 na Oddelek za tekstilno tehnologijo Fakultete za naravoslovje in tehnologijo v Ljubljani. V redno delovno razmerje je bil sprejet leta 1979, leta 1980 je postal obratovodja predilnice, leta 1983 ga je delavski svet izvolil za direktorja proizvodnega sektorja. V času naraščajoče krize v podjetju je bil v letu 1988 imenovan za pomočnika glavnega direktorja in 1. aprila 1992 za generalnega direktorja podjetja, kar je ostal vse do smrti. Kakšno srečno naključje je bilo za Predilnico Litija in za nas sodelavce, ki smo bili z njim od prvega dne v podjetju, da so se naše energije, mladostna navdušenost, strokovno znanje, pripravljenost na spremembe, želja po uspehu in osebno potrjevanje ob uspehu podjetja združili v času krize pod njegovim vodenjem. In ker je kriza v tekstilstvu že desetletja nenehno prisotna, smo, kot je sam dejal, skupaj, iz vsake izšli hitreje in močnejši. Njegova odgovornost se je še posebno odražala pri skrbi za izobraževanje, za znanje, za kakovost izdel-

kov, za urejenost podjetja in za visoko poslovnost. Vedno je pravilno ocenil položaj v svetu, v državi in v podjetju. Stanje, v katerem se nahajamo danes, je napovedal pred dolgimi leti. Bil je vizionar.

Skupaj smo izdelovali strateške načrte, postavili poslanstvo in vizijo podjetja, koncepte in vrednote podjetja. Tu je bilo na prvem mestu zadovoljstvo kupcev. Skupaj smo postavljali cilje za podjetje in za zaposlene. Raziskave, inovacije, razvoj izdelkov in razvoj tehnologije so bili ves čas ključne aktivnosti za doseganje ciljev podjetja.

Izvedli smo tehnološko prenovo podjetja in danes smo ena najsodobnejših predilnic v Evropi, ki dela ves čas na svetovno konkurenčnem trgu, kamor izvažamo 99 % prej. Odkar smo bili sodelavci, skoraj ni bilo dneva, ko ne bi prišel v tovarno, se sprehodel skozi proizvodnjo, videl nove priložnosti za izboljšave, našel novega izziva za spremembo in ko ne bi spregovoril s sodelavci. Njegova edina stalnica so bile nenehne spremembe. Tako je bilo vsak dan sedem dni v tednu in 365 dni v letu. Spoštoval je delo in spoštoval je sodelavce.

Ni potreboval javnih priznanj in nagrad. Dovolj je bilo, da se vrtijo vretena v predilnici. Sprejel je samo izbrana priznanja, ki jih je prejel kot generalni direktor leta 1998 za bonitetno oceno A1, leta 2007 priznanje Oddelka za tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani za njegov poseben prispevek k povezovanju znanosti in gospodarstva, istega leta za energetske najučinkovitejše podjetje in naslednje leto green light, priznanje Evropske komisije. Vsa ta priznanja imajo skupno temeljno sporočilo, to je odgovornost do okolja, s tem pa do prihodnjih generacij.

Vodil je številne slovenske in mednarodne projekte, bil je prvi predsednik strokovnega sveta tehnološkega centra slovenskih tekstilcev Irspin, bil je predsednik slovenske Tekstilne tehnološke platforme in član najvišjih predstavnikov Evropske tekstilne tehnološke platforme. Skupaj smo začeli mladi in polni pričakovanj, skupaj smo se veselili uspehov, skupaj smo premagovali težave, skupaj smo načrtovali prihodnost. Žal jo bomo morali nadaljevati sami. Njegov prispevek k ohranitvi in razvoju podjetja v zadnjih dvajsetih letih bo trajno zapisan v zgodovini Predilnice Litija.

Bil je naš direktor, sodelavec in prijatelj in s spoštovanjem se bomo vedno spominjali nanj.

Verica Žlabravec

Koledar prireditev

marec – september 2012

Marec

21.–24. 31th International Cotton Conference • Bremen Nemčija

• Informacije: www.baumwollboerse.de

April

21.–24. Hightex, sejem tehničnih in netkanih tekstilij • Istanbul,

Turčija • Informacije: <http://www.hightex2012.com>

17.–18. Workwear and Corporate Clothing Show • Ricoh Arena,

Coventry, England, UK • Razstava s spremljajočo modno revijo in konferenco v organizaciji podjetja Corporate Clothes Show LLP je namenjena celotni reproverigi v proizvodnji, oblikovanju in trženju delovnih in korporacijskih oblačil.

• Informacije: e-pošta: info@workwearshow.co.uk;

spletna stran: www.workwearshow.co.uk

17.–19. Smart Fabrics • konferenca v Conrad Miami Hotel, Mia-

mi, Florida, ZDA • Na mednarodni konferenci bodo spregovorili o področjih uporabe, tehnološkem razvoju in perspektivah industrije pametnih tkanin.

• Informacije: e-pošta: rebecca.kotsimpulos@pira-international.com <http://www.smartfabricsconference.com>

Maj

5.–9. Texcare International • Frankfurt am Main, Nemčija

Razstava opreme, sodobne tehnologije, pripomočkov in ostalih storitev za sodobno nego tekstilij. Na sejmu bo okoli 250 podjetij predstavilo sodobno opremo in stroje, detergente, dezinfekcijska sredstva za nego tekstilij. Poleg teh pa bo kar nekaj proizvajalcev prikazalo tudi razvojne dosežke na področju delovnih oblačil: predstavljeni bodo sodobni materiali in sodobno oblikovana multifunkcionalna delovna oblačila (inteligentna oz. pametna zaščitna oblačila), ki zagotavljajo tako udobnost, dobro počutje kot tudi zaščito na različnih delovnih mestih in so izdelana po standardih za zaščitna oblačila. Pri izdelavi zaščitnih oblačil so začeli proizvajalci bolj kot kdajkoli prej upoštevati sodoben dizajn in kroje, zato bodo proizvajalci iz tekstilne in oblačilne industrije predstavili zadnje modne smernice funkcionalnega in profesionalnega izgleda oblačil. Ob tem bodo ena izmed osrednjih tem na sejmu tudi korporacijska oblačila. Vzporedno s sejmom bo od 5. do 8. maja mednarodna konferenca **Texcare Forum**, kjer bodo predstavljene osrednje teme, pomembne tudi za ta sektor, in sicer trajnostni razvoj, energetska učinkovitost, novi poslovni modeli itd. V soboto in nedeljo bo Texcare Forum namenjen posebej kemičnim čistilnicam in pralnicam, v ponedeljek in torek pa potrebam izvajalcev tekstilnih storitev in pralnicam. Vstop na konferenco bo prost. Med spremljajočimi prireditvami sejma bosta tudi modna revija o prihodnjih trendih delovnih oblačil in takoimenovani „Ruski dan“, kjer bo moč dobiti vse infor-

macije o ruskem trgu. • Informacije: <http://texcare.messefrankfurt.com>; www.texcare.com.

e-pošta: susanne.brendle@messefrankfurt.com

8.–10. Proposte • Villa Erba, Cernobio (Como), Italija

Že 20. sejem pohištenih tkanin in zaves je bil na začetku le italijanski sejem z majhno udeležbo tujih razstavljalcev, od leta 1997 pa je to mednarodni poslovni sejem, namenjen zgozlj proizvajalcem, trgovcem in celotni proizvodno-poslovni verigi na področju pohištenih tkanin in zaves. Sejem torej ni odprt za širšo javnost, ohranil pa je tudi svoj evropski značaj, saj so vsi razstavljalci le iz Evrope. Na lanskem sejmu jih je razstavljalo 106 (54 iz drugih evropskih držav), sejem pa je v letu 2011 obiskalo okoli 6300 obiskovalcev (okoli 60 % iz ostalih evropskih držav). • Informacije: Studio Michelangelo, Viale Coni Zugna 7, 20144 Milano; tel.: +39 02 469 5404; faks: +39 02 48102651; e-pošta: studiomichelangelo@propostefair.it

Julij

12.–15. Outdoor • Friedrichshafen, Nemčija

• Informacije: www.outdoor-show.com

Avgust

2.–5. Outdoor Retailer Summer Market • Salt Lake City, Utah,

ZDA • Informacije: e-pošta: marisa.nicholson@neilsen.com; spletna stran: www.outdoorretailer.com

September

6.–8. IFKT 2012 – 46th International Federation of Knitting Techno-

logists Congress • Sinaia, Romunija

46. kongres Mednarodnega združenja pletilskih tehnologov bo letos organizirala romunska sekcija pletilskih tehnologov.

• Informacije: <http://www.ifkt.ro>

6.–8. CORTEP 2012 – 14th Romanian Textiles and Leather

Conference • Sinaia, Romunija

Sočasno s kongresom IFKT bo organizirana konferenca, ki bo povezala dve povezani področji, in sicer tekstilije na splošno in pletenje. • Informacije: www.cortep.tuiasi.ro

19.–21. 51st Man-Made Fibers Congress • Dornbirn, Avstrija

Organizator kongresa: Austrian Man-Made Fibers Institute (Austrian MFI) • Informacije: <http://www.dornbirn-mfc.com>

Anica Levin

tekstilec

je v polnem besedilu dostopen preko

Digitalne knjižnice Slovenije

<http://www.dLib.si>

pod rubriko

„znanstveno časopisje“.

Navodila avtorjem

Objava članka v Tekstilcu pomeni, da se vsi avtorji strinjajo z objavo in vsebino prispevka. Za seznanjenje ostalih avtorjev z objavo je odgovoren prvi avtor članka. Avtor prevzema vso odgovornost za svoj članek. Članek ne sme biti v postopku za objavo v kaki drugi publikaciji. Avtor ne sme kršiti pravic kopiranja. Ko je članek sprejet, preidejo avtorske pravice na izdajatelja, saj ta prenos zagotavlja najširše reproduciranje.

Članek naj bo napisan v slovenskem ali angleškem jeziku in se odda glavnemu uredniku v elektronski kot tudi v izpisani obliki. Besedilo naj bo napisano v enem izmed bolj razširjenih urejevalnikov besedil (Word ali Word Perfect) na formatu A4 s presledkom 1,5 in 3 cm širokim robom na oštevilčenih straneh. Digitalni zapis naj bo povsem enostaven, brez zapletenega oblikovanja, deljenja besed, podčrtavanja, avtor naj označi le krepko in kurzivno poudarjanje. Besedilo naj bo napisano z malimi črkami in naj ne vsebuje nepotrebnih okrajšav in kratic. Celotno slikovno gradivo, vključno s tabelami, kemijskimi formulami in pripadajočimi opisi, naj se v izpisani obliki nahaja med besedilom, v digitalnem zapisu pa na koncu celotnega besedila, vendar mora v besedilu biti natančno določeno mesto slikovnega gradiva/tabele ali kemijske formule.

Uredništvo Tekstilca odloča o sprejemu člankov za objavo, poskrbi za strokovno oceno članka in jezikovne popravke v slovenskem in angleškem jeziku. Če je članek sprejet v objavo, se avtorju vrne recenzirani in lektoriran članek. Avtor vnese lektorske popravke in vrne članek prilagojen spodaj napisanim navodilom za pripravo prispevka v Uredništvo. Avtor odda popravljen članek izpisan v enem izvodu na papirju format A4 in v digitalni obliki (Word ...).

Priprava prispevka

Besedilo naj obsega:

- podatke o avtorjih
- naslov članka
- izvleček (do 200 besed)
- ključne besede (do 8 besed)
- besedilo članka (priporočamo naslednji vrstni red: Uvod, Eksperimentalni del, Rezultati z razpravo, Zaključki, Zahvala, Literatura)
- slikovno gradivo s pripadajočimi podpisami

- preglednice, tabele s pripadajočim tekstom
- matematične in kemijske formule
- merske enote in enačbe (SIST ISO 2955, serija SIST ISO 31 in SIST ISO 1000)
- opombe (avtorji naj se izognjejo pisanju opomb pod črto)

Podatki o avtorjih

Podatki o avtorjih vsebujejo imena in priimke avtorjev, naslov institucije ter elektronsko pošto. Akademski naslov ni potreben in se ga tudi ne objavi. Naveden naj bo korespondenčni avtor, njegova telefonska številka in elektronski naslov.

Naslov članka

Naslov članka naj bo natančen in informativen hkrati in naj ne bi presegal 80 znakov. Avtor naj navede tudi skrajšani naslov članka.

Izvleček in ključne besede

Izvleček naj vsebuje do 200 besed, s katerim kratko predstavimo bistveno vsebino članka in pritegnemo bralčevo pozornost. Izvleček naj bo napisan v preteklem času, sklicevanje na formule, enačbe, literaturo v izvlečku ni dovoljeno, poleg tega pa se je potrebno izogibati kraticam in okrajšavam.

Ključne besede lahko vsebujejo od 4 do maksimalno 8 besed, s katerimi avtor določi vsebino članka in so primerne za indeksiranje in iskanje.

Besedilo članka

Besedilo članka naj bo napisano jasno in jedrnato. Četudi gre za lastno raziskovanje oz. preizkušanje, je članek potrebno napisati v prvi osebi množine ali tretji osebi. V primeru ponavljanja, navajanja splošno znanih dejstev in odvečnih besed si uredništvo pridržuje pravico do skrajšanja besedila. Članki naj imajo priporočeno strukturo: Uvod, Eksperimentalni del, Rezultati z razpravo, Zaključki, Zahvala, Literatura. Celotno besedilo članka je potrebno napisati s predpostavko, da bralci že poznajo osnove področja, o katerem je govor. Eksperimentalna tehnika in naprave se podrobno opišejo v primeru, če bistveno odstopajo od že objavljenih opisov v literaturi; za znane tehnike in naprave naj se navede vir, kjer je mogoče najti potrebna pojasnila.

Oblikovanje članka v urejevalniku besedila

Besedilo naj bo napisano v enem izmed bolj razširjenih urejevalnikov besedil (Word ali Word Perfect)

na formatu A4 s presledkom 1,5 in 3 cm širokim robom na oštevilčenih straneh. Digitalni zapis naj bo povsem enostaven, brez zapletenega oblikovanja, deljenja besed, podčrtavanja, avtor naj označi le krepko in kurzivno poudarjanje. Besedilo naj bo zapisano z malimi črkami in naj ne vsebuje nepotrebnih okrajšav in kratic. Celotno slikovno gradivo, vključno s tabelami, kemijskimi formulami in pripadajočimi opisi naj se nahaja na koncu celotnega besedila, vendar mora biti v besedilu določeno mesto slikovnega gradiva/tabele ali kemijske formule v besedilu.

Slikovno gradivo

Celotno slikovno gradivo, ki se bo objavilo, je potrebno k besedilu dodati kot samostojno datoteko ločeno od besedila članka, v eni izmed naslednjih oblik TIFF (.tiff; .tif), JPEG (.jpg; .jpeg) ali BMP (.bmp), kot excelov (.xls) dokument. Slikovno gradivo naj ima najmanjšo ločljivost 300 dpi, oz. velikost, ki je 1,5 do 3-krat večja od velikosti tiskanega grafa. Datoteke je potrebno imenovati, tako kot so imenovane v besedilu (npr.: slika1.tif). Za slikovno gradivo, za katere avtorji nimajo avtorskih pravic, morajo avtorji od lastnika avtorskih pravic pridobiti dovoljenje za objavo. V tem primeru je potrebno k opisu slike dodati tudi avtorja slike.

Preglednice, tabele

Ravno tako kot za slikovno gradivo, tudi za preglednice in tabele velja, da se jih doda k besedilu članka kot ločeno datoteko (imenovanje tabele npr: tabela1.xls), razen v primeru, če je preglednica narejena z urejevalnikom besedila. Preglednice in tabele, v to vključujemo tudi sheme, diagrame in grafikone, se naj sestavijo tako, da bodo razumljive tudi brez branja besedila članka. Naslovi v tabelah/preglednicah naj bodo kratki. Pri urejevanju tabel, v urejevalniku besedila, se za ločevanje stolpcev uporabijo tabulatorji in ne presledki.

Matematične in kemijske formule

Vsaka formula naj ima zaporedno številko, napisano v okroglem oklepaju na desni strani. V besedilu se navajajo npr.: „Formula 1“ in ne „... na naslednji način; ... kot je spodaj prikazano:“, ker zaradi tehničnih razlogov ni mogoče formule postaviti na točno določena mesta v članku. Vse posebne znake (grške črke itn.) je potrebno posebej pojasniti pod enačbo ali v besedilu. Formule naj bodo pripravljene v Wordu, napisane s pisavo arial.

Merske enote in enačbe

Obvezna je uporaba merskih enot, ki jih določa Odredba o merskih enotah (Ur. L. RS št. 26/01), tj. Enote mednarodnega sistema SI. Uporaba in pisava morata biti po tej odredbi skladni s standardi SIST ISO 2955, serije SIST ISO 31 in SIST ISO 1000.

Opombe

Avtorji naj se izognejo pisanju opomb pod črto.

Navajanje literature

Vse literaturne vire, ki se nahajajo v besedilu je potrebno vključiti v seznam. Literaturni viri so zbrani na koncu članka in so oštevilčeni po vrstnem redu, kakor se pojavijo v članku. Označimo jih s številkami v oglatem oklepaju. Primeri navajanja posameznih virov informacij:

Monografije

- 1 PREVORŠEK, D. C. *Visokozmogljiva vlakna iz gibkih polimerov : teorija in tehnologija*. Uredila Tatjana Rijavec in Franci Sluga. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 1998.
- 2 *Wool dyeing*. Ed.: D. M. Lewis. Bradford : Society of Dyers and Colourists, 1992.

Prispevki v monografijah in zbornikih

- 3 CERKVENIK, J., NIKOLIĆ, M. Prestrukturiranje slovenske tekstilne industrije s stališča tehnološke opremljenosti, porabe energetskih virov in ekologije. V 28. mednarodni simpozij o novostih v tekstilni tehnologiji in oblikovanju : zbornik predavanj in posterjev. Uredila Barbara Simončič. Ljubljana : Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Oddelek za tekstilno tehnologijo, 1994, str. 24–38.

Članki

- 4 JAKLIČ, A., BRESKVAR, B., ULE, B. Računalniško podprt merilni sistem pri preizkusih lezenja. *Kovine zlitine tehnologije*, 1997, vol. 31 (1–2), p. 143–145.

Standardi

- 5 *Tekstilije – Označevanje vzdrževanja s pomočjo simbolov na etiketah* SIST ISO 3758:1996.

Patenti

- 6 CAROTHERS, W. H. *Linear condensation polymers*. United States Patent Office, US 2,071,250. 1937-02-16.

Poročila o raziskovalnih nalogah

7 CERKVENIK, J., KOTLOVŠEK, J. *Optimiranje tehnoloških procesov predenja in plemenitjenja v IBI – Kranj : zaključno poročilo o rezultatih opravljenega dela RR faze projekta*. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 1998.

Članki v elektronskih revijah

9 ATKINS, H. The ISI Web of Science – links and electronic journals : how links work today in the Web of Science, and the challenges posed by electronic journals. *D-Lib Magazine* [online], vol. 5, no. 9 [citirano 3. 2. 2000]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.dlib.org/dlib/september99/atkins/09atkins.html>>.

Spletne strani

10 ASREACT – *Chemical reactions database* [online]. Chemical Abstracts Service, 2000, obnovljeno 2. 2. 2000 <<http://www.cas.org/CASFILES/casreact.html>> [accessed: 3. 2. 2000].

Naslov uredništva:

Uredništvo Tekstilec

Snežniška 5, p.p. 312

SI-1000 Ljubljana

E-pošta: diana.gregor@ntf.uni-lj.si

Spletni naslov: <http://www.ntf.uni-lj.si/ot/>

Z VIZIJO.



Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta
Oddelek za tekstilstvo

V tednu univerze smo na
Oddelku za tekstilstvo izdali
**ново predstavitevno
brošuro**
z naslovom "Z vizijo". V prvem
delu so na enem mestu
predstavljene vsi študijski
programi oddelka, v drugem
delu pa je med drugim
predstavitev raziskovalne
dejavnosti, strokovne in
založniške dejavnosti, povzeti
so pomembnejši dogodki in
dosežki študentov v zadnjem
letu ter predstavljeni nekateri
naši uveljavljeni diplomanti.

Irspin

IRSPIN

TEHNOLOŠKI CENTER TEKSTILEV
OD LETA 2000

Ustanovitelji in člani IRSPINA

Predilnica Litija, Litija

Gorenjska predilnica, Škofja Loka

Beti tekstilna industrija, Metlika

Inplet pletiva, Sevnica

Odeja, Škofja Loka

Svilanit, Kamnik

Tekstina, Ajdovščina

Tosama, Domžale

Velana, Ljubljana

Zvezda SPT, Kranj

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo,

Inštitut za inženirske materiale in oblikovanje

KONTAKT

Kidričeva 1, 1270 LITIJA

tel.: 01 899 02 10

faks: 01 898 42 13

e-pošta: vera.zlabravec@litija.com

POMEMBNEJŠI ZAKLJUČENI PROJEKTI

- Razvoj infrastrukture za prenos inovacij v tekstilno industrijo Slovenije
- Razvoj tridimenzionalnih tekstilnih izdelkov
- Eureka projekt: Rainbow
- CORNET project: My – world
- Izdaja promocijske publikacije tehnološkega centra tekstilcev:
Irspin – Razvojni izzivi

PROJEKTI V TEKU

- Baza standardov
- Šola IRSPIN
- 7. okvirni evropski program za raziskovanje in razvoj »AQUAFIT4USE«
- Delavnice »Intelektualna lastnina«

