

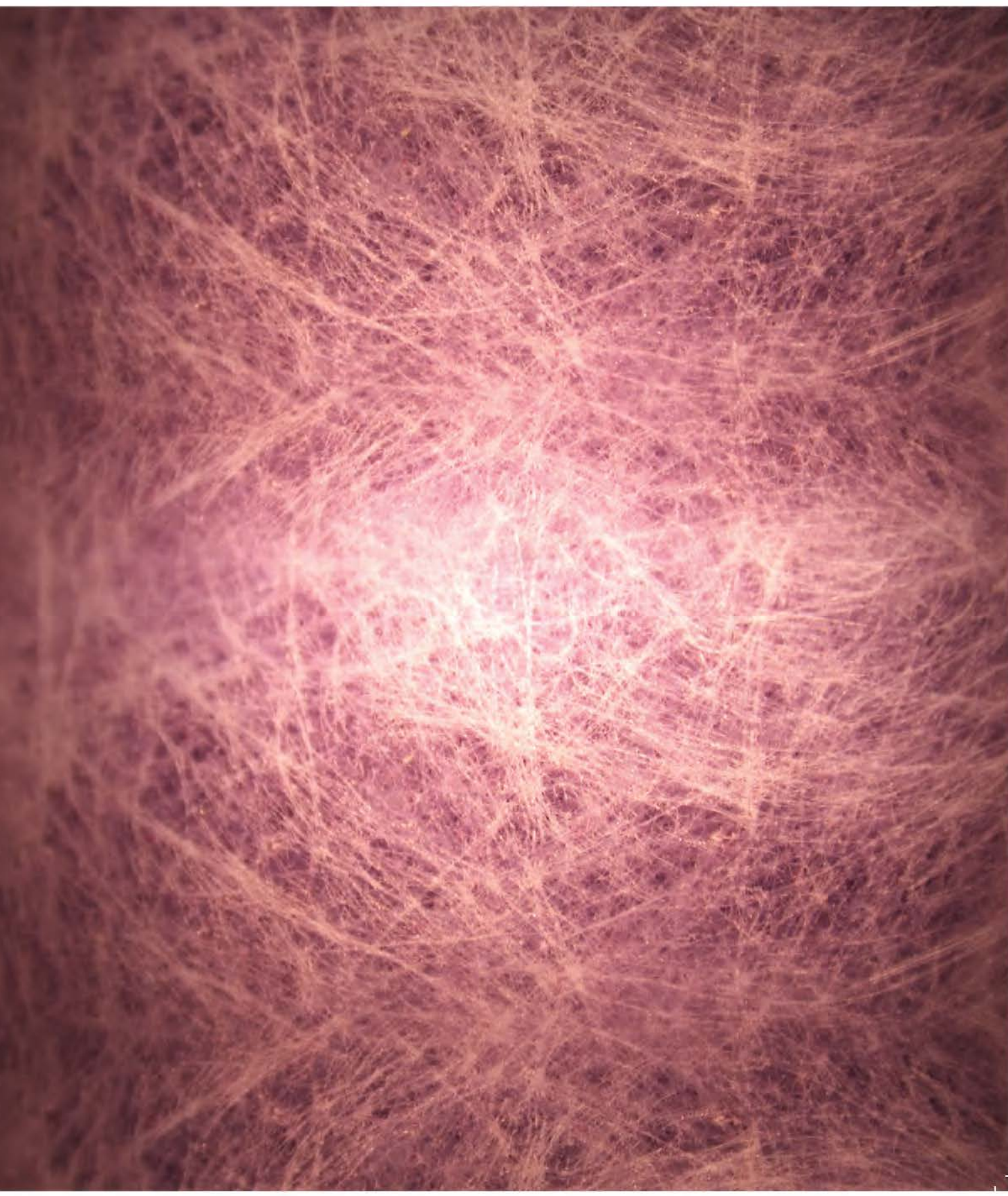
GLASILO SLOVENSkih TEKSTILCEV • SLOVENE JOURNAL FOR TEXTILE AND CLOTHING TECHNOLOGY, DESIGN AND MARKETING

# tekstiliec

7-9/2007 • vol. 50 • 171-240

ISSN 0351-3386

UDK 677 + 687 (05)



# tekstilec

ISSN 0351-3386

VOLUME 50 • NUMBER 7-9 • 2007 • UDK 677 + 687 (05)

IZVLEČKI/abstracts

**171** Izvlečki • *Abstracts*

ČLANKI/papers

**173** Hidroliza reaktivnih barvil pri barvanju lanu v odvisnosti od vrste procesa • Izvirni znanstveni članek  
*Hydrolysis of reactive dyes in flax dyeing, depending on the type of process • Original Scientific Paper*  
Darinka Fakin, Alenka Ojstršek, Aleš Doliška

**187** Pomen interakcij barvilo-tenzid v barvarstvu • Pregledni znanstveni članek  
*Importance of dye-surfactant interactions in dyeing • Review*  
Mateja Kert, Barbara Simončič

**208** Določitev učinkovitosti protimikrobne apreture na tekstilih v skladu s SIST-standardi • Strokovni članek  
*Determination of the efficiency of antimicrobial finishing on the textiles in accordance with SIST standards • Professional Paper*  
Barbara Simončič, Brigita Tomšič

STROKOVNI DEL/  
technical notes

**218** Statistični pregled razvoja revije Tekstilec v 50 letih njenega obstoja • *50 let Tekstilca*

**225** Novosti na področju medicinskih tekstilij • *Tehnološke novosti*

**227** Avtomobilske tekstilije • *Tehnološke novosti*

**227** Tehnološke novosti s sejma Interfilière, Lyon Mode • *Tehnološke novosti*

**228** Športne tekstilije • *Tehnološke novosti*

**228** Davčna olajšava podjetjem za vlaganje v raziskave in razvoj • *Aktualno doma*

**229** Lestvica vodilnih 55 podjetij • *Aktualno doma*

**229** Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo je zadovoljno z opravljenim delom v letu 2007 • *Aktualno doma*

**230** Diplomski, magistrski in doktorski dela • Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo • Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Oddelek za tekstilne materiale in oblikovanje

**233** Kako je punk postal umetnost ali kako je Vivienne opravila s prepričanji • Oblikovanje

**234** Razstava Ljubljanske zgodbe študentov oblikovanja • Oblikovanje

**235** Mestne slike • Oblikovanje

**237** Slovenija je ustvarjena za nanotehnologije • Nove knjige

## 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*

#### *Revija sofinancira/Journal is financially supported by*

Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije/  
*Slovenian Research Agency*

Revija Tekstilec izhaja štirikrat letno v 800  
izvodih/*Journal Tekstilec appears quarterly  
in 800 copies*

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

#### **Letna naročnina**

za posameznike je 38 €  
za študente 22 €  
za mala podjetja 87 €  
za velika podjetja 185 €  
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](mailto: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: AJE

**Oblikovanje/Design** Tanja Medved

**Prelom in priprava za tisk/DTP** Barbara Blaznik

**Fotografija na naslovnici/Cover Photo** No. 7–9 <http://www.imageafter.com>

**Tisk/Printed by** Littera Picta d.o.o.

Copyright © 2007 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.*

## Časopisni svet/Publishing Council

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

## Glavna in odgovorna urednica/ Editor-in-chief

Diana Gregor Svetec

## Namestnica glavne in odgovorne urednice/Assistant Editor

Majda Šfiligoj Smole

## Izvršna urednica/Executive Editor

Anica Levin

## Uredništvo/Editorial board

Franci Debelak  
Veronika Vrhunc  
IRSPIN  
Vili Bukošek  
Petra Forte  
Marija Jenko  
Momir Nikolić  
Almira Sadar  
Univerza v Ljubljani, Slovenija/  
University of Ljubljana, Slovenia  
Darinka Fakin  
Jelka Geršak  
Tanja Kreže  
Zoran Stjepanovič  
Univerza v Mariboru, Slovenija/  
University of Maribor, Slovenia  
Paul Kiekens  
Univerza v Gentu, Belgija/  
University of Ghent, Belgium  
Hartmut Rodel  
Tehniška univerza v Dresdnu, Nemčija/  
Technical University of Dresden, Germany  
Ivo Soljačić  
Univerza v Zagrebu, Hrvaška/  
University of Zagreb, Croatia

**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 informations 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 on-line at  
<http://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

### Izvirni znanstveni članek *Original Scientific Paper*

Darinka Fakin, Alenka Ojstršek, Aleš Doliška

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Oddelek za tekstilne materiale in oblikovanje, Smetanova 17, 2000 Maribor, Slovenija/  
*University of Maribor, Faculty of Mechanical Engineering,  
Department of Textile Materials and Design, Smetanova 17, SI-2000  
Maribor, Slovenia*

#### Hidroliza reaktivnih barvil pri barvanju lanu v odvisnosti od vrste procesa

*Hydrolysis of reactive dyes in flax dyeing, depending on the type of process*

Lanena vlakna (*Linum ussitatissimum*) spadajo v skupino naravnih celuloznih vlaken, njihova kakovost pa je odvisna od sorte lanu, postopkov ločevanja vlaken od drugih delov stebela, predobdelave, barvanja in postopkov plemenitenja. Kadar laneni izdelki zahtevajo vrhunske obstojnosti, uporabljamo za barvanje reaktivna barvila, ki jih odlikujejo razmeroma enostaven postopek barvanja, briljantni barvni toni ter zaradi nastanka kovalentnih vezi med vlaknom in barvilom tudi dobre mokre obstojnosti. Postopki predobdelave in beljenja lanenih vlaken vplivajo zaradi razgradnje primesi na hidrofilitnost, hkrati pa tudi na fizikalno-kemijske in barvalne lastnosti vlaken. Kinetične in termodinamične zakonitosti procesa barvanja le-teh so odvisne tudi od kemijske strukture barvil, različnih tehnoloških postopkov in parametrov barvanja.

Pogosto težavo pri barvanju z reaktivnimi barvili predstavlja močna obarvanost odpadnih barvalnih kopeli, kar je predvsem posledica hidrolize reaktivnih barvil med procesom barvanja. Zato smo se v raziskavi osredotočili na vpliv postopka barvanja (izčrpavanje in impregnacija) in reaktivnega sistema barvil na hidrolizo reaktivnih barvil pri barvanju lanene tkanine. Iz rezultatov dela izhaja, da je količina hidroliziranih in nevezanih barvil odvisna od vrste barvila, njegove kemijske strukture, velik pomen pa ima tudi primeren izbor postopka barvanja.

**Ključne besede:** lan, barvanje, vinilsulfonska reaktivna barvila, bireaktivna barvila, hidroliza, spektroskopija, barvna metrika

*Flax fibres (Linum ussitatissimum) belong to the group of natural cellulose fibres, and their qualities depend on the flax species, fibre/steam parts' separation methods, pre-treatment, dyeing and finishing. When flax garments need to have top-colour fastness, reactive dyes are used for dyeing. Reactive dyes are simple to use and produce brilliant hues, with good wet-colour fastness due to the covalent bonds between the fibres and the dye. Pre-treatment and bleaching of flax fibres influences their hydrophilicity, physical-chemical, and dyeing properties. The kinetic and thermodynamic nature of a dyeing process also depends on the dye's chemical structure, various technological procedures, and the dyeing parameters. A common problem resulting from reactive dyeing is highly-coloured waste dye-baths that result from dye hydrolysis during the dye-*

*ing procedure. Therefore, the present research focused on the influences of two dyeing processes (exhaustion and impregnation) and two reactive dye systems on dye hydrolysis during flax fabric dyeing. The obtained results indicated that the amount of hydrolysed and unbound dyes depends primarily on the type of dye and its chemical constitution, and also on selecting an appropriate dyeing process.*

**Key words:** flax, dyeing, vinylsulphone reactive dyes, bi-reactive dyes, hydrolysis, spectroscopy, colourimetry.

### Pregledni znanstveni članek *Review*

Mateja Kert, Barbara Simončič

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

#### Pomen interakcij barvilo-tenzid v barvarstvu

*Importance of dye-surfactant interactions in dyeing*

V prispevku je predstavljen pomen medmolekulskih interakcij barvilo-tenzid pri razumevanju mehanizma delovanja tenzidov kot egalizirnih sredstev v barvalni kopeli. Prikazani so mehanizmi interakcij med ionskim barvilom in ionskim oziroma neionskim tenzidom, neionskim barvilom in ionskim oziroma neionskim tenzidom ter ionskim barvilom in ionskim tenzidom v prisotnosti neionskega tenzida. Izpostavljen je vpliv različnih dejavnikov, kot so struktura barvila in tenzida, koncentracija tenzida, temperatura, pH, prisotnost elektrolita in prisotnost sotočila, na jakost in stabilnost kompleksov barvilo-tenzid. Slednji namreč neposredno vplivajo na stopnjo adsorpcije barvila na vlakna.

**Ključne besede:** interakcije barvilo-tenzid, ionska aktivnost, dvokomponentne mešanice, trikomponentne mešanice, vpliv dejavnikov, jakost interakcij.

*The importance of dye-surfactant intermolecular interactions for understanding the mechanism of how surfactants act as levelling agents in dyebaths is presented in this paper. The mechanisms of various dye surfactant interactions are presented. The influence of different factors, such as dye or surfactant structure, surfactant concentration, temperature, pH, presence of electrolytes and the presence of cosolvents, on the strength and the stability of the dye-surfactant complex are exposed. The dye absorption onto fibres is directly influenced by the strength and the stability of the dye-surfactant complex.*

**Keywords:** dye-surfactant interactions, ionic activity, binary mixtures, ternary mixtures, influence of factors, strength of interactions.

### Strokovni članek *Professional Paper*

Barbara Simončič, Brigita Tomšič

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

## Določitev učinkovitosti protimikrobne apreture na tekstilijah v skladu s SIST-standardi

*Determination of the efficiency of antimicrobial finishing on the textiles in accordance with SIST standards*

V prispevku so predstavljene standardne metode za določitev učinkovitosti protimikrobne apreture na tekstilijah s poudarkom na tistih, ki jih je izdal Slovenski inštitut za standardizacijo (SIST). Vključujejo kvantitativne in kvalitativne teste za ugotavljanje protibakterijske učinkovitosti biocidov kot tudi biostatov na blagu ter določitev odpornosti tekstilij, ki vsebujejo celulozo, proti mikroorganizmom prisotnih v zemlji. Opisani so uporabni metod glede na mehanizem delovanja protimikrobnega sredstva in uporabljene mikroorganizme, princip izvedbe testa ter način vrednotenja rezultatov.

**Ključne besede:** standardne metode, slovenski standard, protibakterijska učinkovitost, protimikrobna apretura, mikroorganizmi.

*In this paper the standard methods for determination of the efficiency of antimicrobial finishing on textiles are presented and the standards published by the Slovenian Institute for Standardization (SIST) are emphasized. They include quantitative and qualitative tests for determination of antibacterial efficiency of biocides as well as biostates present on textile, and for determination of the resistance of cellulose-containing textiles to microorganisms in soil. A description of standard methods includes their applicability with respect to the mechanism of the finish antimicrobial activity and the used microorganisms, the principle of method performance and the result evaluation.*

**Key words:** standard methods, Slovene standard, antibacterial efficiency, antimicrobial finishing, microorganisms.

## *Hydrolysis of reactive dyes in flax dyeing, depending on the type of process*

Original Scientific Paper

Received July 2007 • Accepted September 2007

### Abstract

*Flax fibres (*Linum ussitatissimum*) belong to the group of natural cellulose fibres, and their qualities depend on the flax species, fibre/steam parts' separation methods, pre-treatment, dyeing and finishing. When flax garments need to have top-colour fastness, reactive dyes are used for dyeing. Reactive dyes are simple to use and produce brilliant hues, with good wet-colour fastness due to the covalent bonds between the fibres and the dye. Pre-treatment and bleaching of flax fibres influences their hydrophilicity, physical-chemical, and dyeing properties. The kinetic and thermodynamic nature of a dyeing process also depends on the dye's chemical structure, various technological procedures, and the dyeing parameters.*

*A common problem resulting from reactive dyeing is highly-colourated waste dye-baths that result from dye hydrolysis during the dyeing procedure. Therefore, the present research focused on the influences of two dyeing processes (exhaustion and impregnation) and two reactive dye systems on dye hydrolysis during flax fabric dyeing. The obtained results indicated that the amount of hydrolysed and unbound dyes*

---

Vodilni avtor/Corresponding Author:

**dr. Darinka Fakin**

tel.: +386 2 220 76 37

e-mail: darinka.fakin@uni-mb.si

---

Darinka Fakin, Alenka Ojstršek, Aleš Doliška  
Oddelek za tekstilne materiale in oblikovanje,  
Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru

## Hidroliza reaktivnih barvil pri barvanju lanu v odvisnosti od vrste procesa

*Izvirni znanstveni članek*

Poslano julij 2007 • Sprejeto september 2007

### Izvleček

Lanena vlakna (*Linum ussitatissimum*) spadajo v skupino naravnih celuloznih vlaken, njihova kakovost pa je odvisna od sorte lanu, postopkov ločevanja vlaken od drugih delov stebela, predobdelave, barvanja in postopkov plemenitenja. Kadar laneni izdelki zahtevajo vrhunske obstojnosti, uporabljamo za barvanje reaktivna barvila, ki jih odlikujejo razmeroma enostaven postopek barvanja, briljantni barvni toni ter zaradi nastanka kovalentnih vezi med vlaknom in barvilom tudi dobre mokre obstojnosti. Postopki predobdelave in beljenja lanenih vlaken vplivajo zaradi razgradnje primesi na hidrofilnost, hkrati pa tudi na fizikalno-kemijske in barvalne lastnosti vlaken. Kinetične in termodinamične zakonitosti procesa barvanja le-teh so odvisne tudi od kemijske strukture barvil, različnih tehnoloških postopkov in parametrov barvanja.

Pogosto težavo pri barvanju z reaktivnimi barvili predstavlja močna obarvanost odpadnih barvalnih kopeli, kar je predvsem posledica hidrolize reaktivnih barvil med procesom barvanja. Zato smo se v raziskavi osredotočili na vpliv postopka barvanja (izčrpavanje in impregnacija) in reaktivnega sistema barvil na hidrolizo reaktivnih barvil pri barvanju lanene tkanine. Iz rezultatov dela izhaja, da je količina hidroliziranih in nevezanih barvil odvisna od vrste barvila, njegove kemijske strukture, velik pomen pa ima tudi primeren izbor postopka barvanja.

**Ključne besede:** lan, barvanje, vinilsulfonska reaktivna barvila, bireaktivna barvila, hidroliza, spektroskopija, barvna metrika

depends primarily on the type of dye and its chemical constitution, and also on selecting an appropriate dyeing process.

*Key words:* flax, dyeing, vinylsulphone reactive dyes, bi-reactive dyes, hydrolysis, spectroscopy, colourimetry.

## 1 Introduction

Many different reactive dyes are present in the market today, including the predominant mono-functional dyes with one reactive system in a structure. Disadvantages of these dyes from a technological and ecological point of view is the current usage of large amounts of electrolytes during dyeing and a poor exhaustion rate that is a consequence of dye hydrolysis. Coloured effluents represent a major ecological problem [1, 2].

Reactive dyes are capable of forming covalent bonds between a carbon atom of the dye ion or molecule and an oxygen atom of a cellulose fibre hydroxyl group. Chemical reactivity of the applied dye, affinity of the reactive dye to the flax fibre and the diffusion rate of reactive dye into the flax fibre have the largest effect on the bonding of the reactive dye with the fibre. The principal structure of the dye combines the chromophore linked with the organic compound, which is an unsaturated donor group and has an affect on light absorption, i.e. colour. The most important chromophores are: azo ( $-N=N-$ ), nitro ( $-NO-O-$ ), nitroso ( $-N=O$ ), carbonyl ( $>C=O$ ), ethylene ( $>C=C<$ ) and 1,4 benzoquinone groups. Chromogen is also a carrier of auxochromic groups that have an effect on the affinity of dye to the fibre. Amongst them, the most important are: hydroxyl ( $-OH$ ), amino ( $-NH_2$ ) and the substituted amino group ( $-N(CH_3)_2$ ).

Reactive dyes are classified into mono-functional or bi-functional, in regard to the number of reactive groups, their similarity or diversity, and the position of the reactive system in the dye molecule. The first class contains mono- or bi-reactive dyes, while the second class contains homo-bifunctional or hetero-bifunctional including two equal or two different reactive systems, bonded separately or directly. Reactive

## 1 Uvod

Na tržišču so danes prisotna različna reaktivna barvila, med katerimi še vedno prevladujejo monofunkcionalna, ki imajo v svoji strukturi le en reaktivni sistem. Njihova pomanjkljivost s tehnološkega in ekološkega vidika je sočasna uporaba velikih količin elektrolita pri barvanju in ob tem nizka stopnja izčrpavanja, ki je posledica hidrolize barvil. Obarvanost odpadnih vod pa pomeni njihovo ekološko obremenitev [1, 2].

Reaktivna barvila so sposobna tvoriti kovalentne vezi med ogljikovim atomom molekule ali iona barvila in kisikovim atomom hidroksilne skupine celuloznega vlakna. Na vezavo reaktivnega barvila z vlaknom imajo največji vpliv kemična reaktivnost barvila, afiniteta reaktivnega barvila do lanenega vlakna in sposobnost difuzije reaktivnega barvila v laneno vlakno. Osnovno barvilo sestavlja kromofor, vezan na organsko spojino, ki je nenasičena donorska spojina in vpliva na absorpcijo svetlobe oz. na barvo. Najpomembnejši kromoforji so: azo ( $-N=N-$ ), nitro ( $-NO-O-$ ), nitrozo ( $-N=O$ ), karbonilna ( $>C=O$ ), etilenska ( $>C=C<$ ) in 1,4-benzokinonska skupina. Kromogen je tudi nosilec avksokromnih skupin, ki vplivajo na afiniteto barvila do vlakna. Med temi so najpomembnejše: hidroksilna ( $-OH$ ), amino ( $-NH_2$ ) in substituirana amino skupina ( $-N(CH_3)_2$ ).

Glede na število reaktivnih skupin, njihovo enakost ali različnost ter položaj reaktivnega sistema v molekuli barvila razvrščamo reaktivna barvila v monofunkcionalna in bifunkcionalna. V prvi skupini so barvila lahko mono- ali bireaktivna, v drugi skupini pa najdemo homobifunkcionalna in heterobifunkcionalna, kar pomeni, da ta barvila vsebujejo dva enaka ali dva različna reaktivna sis-

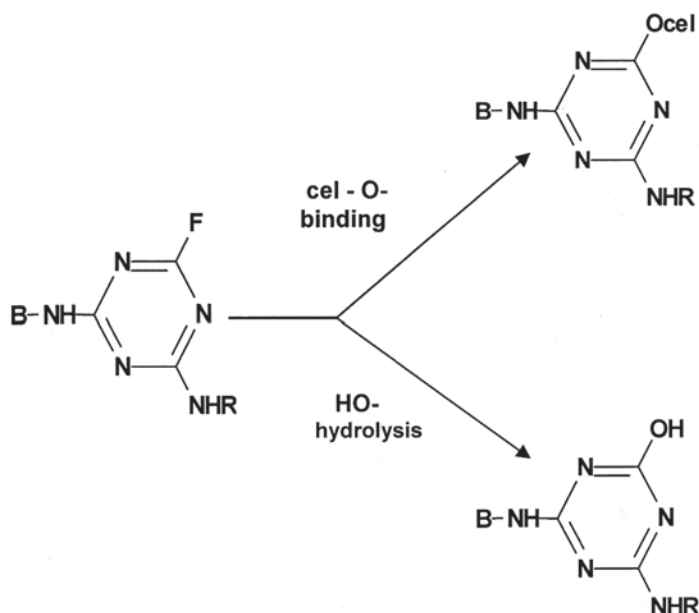


Figure 1: Binding and hydrolysis of reactive dyestuff



dyes can be also be classified as poly-functional. A primary amino group ( $-NH_2$ ), secondary amino/imino group ( $>NH$ ) or acrylamino group ( $-N(CH_3)-$ ) is often the bridge link or group that links the reactive system to the chromophore. The bridge-link also influences the reactivity, substantivity, bond-stability and affinity of the dye to the cellulose.

A solubilizing hydrophilic group is also attached to the dye molecule, resulting in its solubility in water. Therefore, the dyestuffs for cellulose fibre dyeing must have one to four sulphonic groups. Reactive dyes are azo (monoazo, diazo), anthraquinone, phthalocyanine and threphenilmethine dyes in regard to chromogen. Approximately 80% of all reactive dyes are based on the azo chromogen [2, 3, 4, 5].

Dyes are covalent bonded with  $-OH$  groups of cellulose fibres, and could also react with  $-OH$  groups of water, causing dye hydrolysis. The reaction that occurs between dyes and fibres is an addition or nucleophilic substitution, where the carbon atoms of reactive dyes attract free pairs of electrons on the fibres' nucleophilus. Figure 1 shows the bonding reaction and reactive dye hydrolysis [6, 7, 8, 9].

The dyeing procedures are complex physical-chemical processes that play an active part during the dye's transition from the dyeing medium onto the fibre. The dyeing procedure depends on the physical-chemical properties of fibres, chemical structures of dyestuffs, and the technological parameters of dyeing [10].

Here, we studied the dyeing characteristics of three bi-reactive dyes with two reactive groups: chlorotriazine and vinylsulphonic, and three mono-reactive dyes with one vinylsulphonic reactive group in the dyeing procedure of flax fabric that was alkaline pre-treated and bleached. Dyeing of flax is the same or similar to the dyeing procedures of other cellulose fibres, although flax has a more compact structure and a larger amount of alloys. Comparative dyeing was performed according to the exhaust and padding processes, using different concentrations of selected dyes. Analysis of the dye-bath was accomplished by spectrophotometric determination of dye-bath exhaustion rate, measurement of dye residual after soaping and extraction, and calculation of the fixed dye amount on the fibre.

tema, ki sta lahko ločena ali direktno vezana. Reaktivna barvila pa so lahko tudi polifunkcionalna.

Kot vezni most ali skupina, ki povezuje reaktivni sistem s kromoforjem, je pogosto primarna amino skupina ( $-NH_2$ ), sekundarna amino/imino skupina ( $>NH$ ) ali akrilamino skupina ( $-N(CH_3)-$ ). Vezni most tudi vpliva na reaktivnost, substantivnost oz. stopnjo vezave, stabilnost vezi in tudi na afiniteto barvila do celuloze.

Na molekulo barvila je vezana tudi vodotopna hidrofilna skupina, ki omogoča topnost barvila v vodi. Barvila, namenjena barvanju celuloznih vlaken, morajo zaradi vodotopnosti vsebovati od ene do štiri sulfonske skupine. Glede na kromogen so reaktivna barvila azo (monoazo, diazo), antrakinonska, ftalocianinska in trifenilmetsinska barvila. Približno 80 % vseh reaktivnih barvil temelji na azo kromogenu [2, 3, 4, 5].

Barvila se z  $-OH$  skupinami celuloznih vlaken vežejo kovalentno, reagirajo pa tudi z  $-OH$  skupinami vode, kar povzroča hidrolizo barvil. Vrsta reakcije, ki poteka med barvili in vlakni, je adicija ali nukleofilna substitucija, pri kateri ogljikovi atomi reaktivne skupine privlačijo proste pare elektronov na nukleofilu vlakna. Reakcijo vezanja in hidrolize barvil prikazuje slika 1 [6, 7, 8, 9].

Barvalni proces je zbir fizikalno-kemijskih procesov, ki sodelujejo pri prehodu barvil iz barvalnega medija na vlakno. Proces barvanja je odvisen od fizikalno-kemijskih lastnosti vlaken, kemijske strukture barvil in tehnoloških parametrov barvanja [10].

V raziskavi smo proučevali barvalne lastnosti treh bireaktivnih barvil z dvema reaktivnima skupinama, klorotriazinsko in vinilsulfonsko, ter treh monoreaktivnih barvil z eno vinilsulfonsko reaktivno skupino v procesu barvanja lanene tkanine, ki smo jo alkalno predobdelali in belili. Barvanje lanu običajno poteka po enakih ali podobnih postopkih kot barvanje drugih celuloznih vlaken, za lan pa je značilna gostejša in kompaktnjša struktura ter večje količine inkrustov. Barvanje je bilo primerjalno izvedeno tako po postopku izčrpavanja kot impregnacije z različnimi koncentracijami izbranih barvil. Analiza barvalnih kopeli je vključevala spektrofotometrično določevanje izčrpanja barvalne kopeli, ostanke barvil po barvanju, miljenju in ekstrakciji ter iz tega izračunano količino barvila, vezanega na vlakno.

## 2 Metode dela

### 2.1 Lanena tkanina

Uporabili smo tkanino iz 100 % lanu (Hungary LEN – Madžarska), v vezavi platno in s finostjo preje 50 tex.

### 2.2 Postopki predobdelave

Postopek alkalne predobdelave in beljenja je potekal na laboratorijskem barvalnem aparatu LABOMAT (podjetja Mathis), pri pelpnem razmerju 1 : 10 v destilirani vodi s pomožnimi sredstvi in kemikalijami, ki jih prikazuje preglednica 1.

## 2 Working methods

### 2.1 Flax fabric

We used 100% flax fabric (Hungary LEN) in a plain weave, with a yarn fineness of 50 tex.

### 2.2 Pre-treatment procedures

Alkaline pre-treatment and bleaching were performed using a laboratory dyeing apparatus LABOMAT (Mathis) at a liquor ratio of 1:10 in distilled water with various auxiliaries and chemicals, as summarized in Table 1.

TANEX PS (Sybron/Tanutex) is a sequestering agent for heavy metal ions' removal in highly alkaline baths. TANAWET BC (Sybron/Tanutex) is a highly effective wetting and washing agent, used for alkaline pre-treatment. TANEX RENA liq. (Sybron/Tanutex) is a stabilizer suitable for all peroxide bleaching processes, and is a turbid water-soluble liquid with good stability at pH 7–13. TANASPERSE OH (Sybron/Tanutex) is a sequestering agent during cellulose fibre bleaching. It is a colourless, alkaline and water-soluble liquid, stable on alkaline and oxidation agents. PLEXSEN CA (Sybron/Tanutex) is a washing agent used after bleaching. PLEXSEN APR (Sybron/Tanutex) is an acid sequestering agent.

### 2.3 Dyes and auxiliaries

Dyeing was conducted according to the exhaust and padding procedures using two different groups of dyestuffs. Bezaktiv S are combined bi-reactive dyes and Bezaktiv V are mono-reactive vinylsulphone dyes. Both groups of dyes are produced by Bezema (Swiss), and are suitable either for padding processes or for exhaust dyeing. Table 2 summarizes the applied dyestuffs, their maximal absorption wavelengths, and dye abbreviation.

#### Exhaustion process

Dyeing was performed by means of the LABOMAT (Mathis) laboratory dyeing apparatus at a temperature of 60 °C (Bezaktiv S dyestuffs) or 40 °C (Bezaktiv V dyestuffs). Applied auxiliaries and chemicals, and dyeing conditions were also described. Dyeing with selected dyes was performed at three concentrations: 0.1%, 1%, and 3%.

Table 1: Pre-treatment and bleaching procedures at liquor ratio 1 : 10

Procedure	Additions	Conditions
Alkaline pre-treatment	2 mL/L TANEX PS 3 mL/L TANAWET BC 9 g/L Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 4 g/L NaOH 100 %	T = 950 °C t = 30 min
Rinsing	without auxiliaries	T = 800 °C t = 15 min
Bleaching	2 mL/L TANEX RENA liq 1 mL/L TANASPERSE OH 2 g/L NaOH 100 % 13 mL/L H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 35 %	T = 950 °C t = 70 min
Washing 1	2 mL/L PLEXSEN CA	T = 800 °C t = 10 min
Washing 2	2.5 mL/L PLEXSEN APR	T = 500 °C t = 10 min

Posamezna tekstilna pomožna sredstva imajo naslednji pomen: TANEX PS (Sybron/Tanutex) je pomožno sredstvo za sekvestriranje ionov težkih kovin v močno alkalnih kopelih. TANAWET BC (Sybron/Tanutex) je visoko učinkovito omakalno in pralno sredstvo, uporabno za alkalno predobdelavo. TANEX RENA liq. (Sybron/Tanutex) je ekološki stabilizator izjemne kakovosti, ki je primeren za vse procese peroksidnega beljenja. Je motna v vodi topna tekočina, njena pH-stabilnost je dobra v področju 7–13. TANASPERSE OH (Sybron/Tanutex) je sekvestrirno sredstvo za beljenje celuloznih vlaken. Je prozorna alkalna tekočina, dobro topna v vodi, odporna proti alkalijam in oksidacijskim sredstvom. PLEXSEN CA (Sybron/Tanutex) je pralno sredstvo po beljenju. PLEXSEN APR (Sybron/Tanutex) je kislo sekvestrirno sredstvo.

### 2.3 Barvila in tekstilna pomožna sredstva

Barvanje smo izvajali po postopku izčrpavanja in postopku impregnacije z dvema skupinama barvil. Barvila Bezaktiv S so kombinirana bireaktivna barvila in Bezaktiv V so monoreaktivna vinilsulfonska barvila. Obe skupini barvil sta primerni za impregnacijske in izčrpalne postopke barvanja, prodaja pa jih podjetje Bezema iz Švice. V preglednici 2 so navedeni uporabljena barvila, njihove valovne dolžine maksimalne absorpcije in skrajšana imena barvil, uporabljena pri prikazovanju rezultatov.

#### Postopek barvanja z izčrpavanjem

Barvanje vzorcev smo izvajali na laboratorijskem barvalnem aparatu LABOMAT (podjetja Mathis) pri temperaturi 60 °C (barvila Bezaktiv S) in 40 °C (barvila Bezaktiv V). Dodatki posameznih po-

Figures 2 and 3 represent dyeing diagrams when dyeing with Bezaktiv S or Bezaktiv V dyestuffs.

Recipe and dyeing conditions for Bezaktiv S dyestuffs:

1.5 g/L SARABID LDR  
 1.5 g/L MEROPAN DPE  
 x g/L  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   
 y % Bezaktiv S  
 5 g/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
 y mL/L NaOH, w(NaOH) = 32.5%  
 T = 600 °C  
 t = 110 mins  
 Liquor ratio: 1 : 20  
 Mass of sample: 8 g

Recipe and dyeing conditions for Bezaktiv V dyestuffs:

x g/L  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   
 y % Bezaktiv V  
 5 g/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
 z mL/L NaOH, w(NaOH) = 32.5%  
 T = 400 °C  
 t = 100 mins  
 Liquor ratio: 1 : 20  
 Mass of sample: 8 g

#### Padding process (Pad-batch)

Impregnation with a dye-bath was performed using a laboratory pad mangle (Mathis) with applied dyes, auxiliaries and chemicals, and under dyeing conditions that were also described.

Recipe and dyeing conditions for Bezaktiv S dyestuffs:

x g/L Bezaktiv S  
 80 g/L urea  
 4 g/L SUBITOL RNC  
 50 mL/L water glass  
 19 mL/L NaOH, w(NaOH) = 32.5%  
 $T_{\text{impregnation}} = 20 - 250$  °C  
 Wet pick-up (Ou) = 100%  
 $T_{\text{fixation}} = \text{room}$   
 $t_{\text{fixation}} = 18$  hours

Recipe and dyeing conditions for Bezaktiv V dyestuffs:

x g/L Bezaktiv V

Table 2: Applied dyestuffs, wavelength of absorption maximum ( $\lambda_{\text{max}}$ ) and dyes abbreviation

Dyestuff	$\lambda_{\text{max}}$ (nm)	Abbreviation
BAZAKTIV ROT S – 3B 150	560	RD S
BEZAKTIV GELB S – 3R 150	440	RU S
BEZAKTIV BLAU S – GLD 150	612	MO S
BEZAKTIV ROT V – BN	520	RD V
BEZAKTIV GELB V – GR	410	RU V
BEZAKTIV SCHWARZ V – B 150	600	MO V

možnih sredstev in kemikalij ter pogoji barvanja so podani v nadaljevanju. Barvanje je potekalo v treh koncentracijah (0,1 %, 1 % in 3 %) z izbranimi barvili.

Sliki 2 in 3 prikazujeta diagrama barvanja z barvili Bezaktiv S oz. Bezaktiv V.

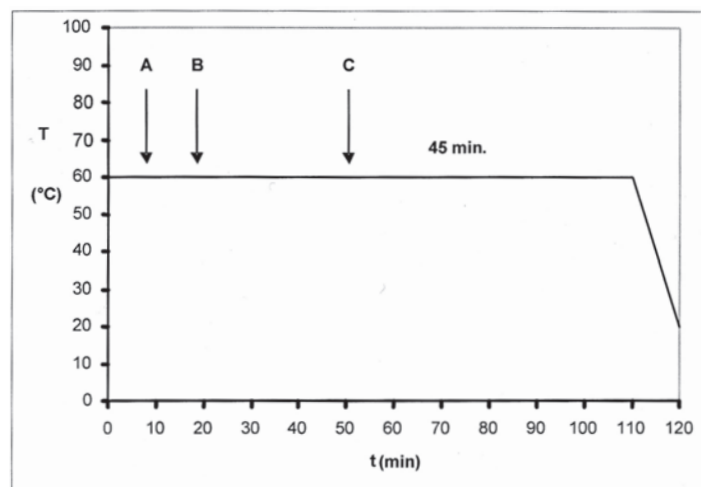


Figure 2: Dyeing diagram for Bezaktiv S dyestuffs

Receptura in pogoji barvanja za barvila Bezaktiv S:

1,5 g/L SARABID LDR  
 1,5 g/L MEROPAN DPE  
 x g/L  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   
 y % Bezaktiv S  
 5 g/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
 y mL/L NaOH, w(NaOH) = 32,5 %  
 T = 60 °C  
 t = 110 min  
 kopelno razmerje (KR): 1 : 20  
 masa vzorca: 8 g

Receptura in pogoji barvanja za barvila Bezaktiv V:

x g/L  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

100 g/L urea  
 4 g/L SUBITOL RNC  
 50 mL/L water glass  
 0.46 mL/L NaOH, w(NaOH) = 32.5%  
 $T_{\text{impregnation}} = 20 - 250 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 Wet pick-up (Ou) = 100%  
 $T_{\text{fixation}} = \text{room}$   
 $t_{\text{fixation}} = 9 \text{ hours}$

After dyeing with both groups of dyes, the samples were squeezed and dried. The dried samples were first soaped and then extracted. Soaping was performed at boiling temperature for 20 mins with 0.5 g/L COTOBLANC NSR.

MEROPAN DPE (Bezema) is a foam-free protective colloid with sequestering properties on Ca and Mg ions, and dispersing properties on water-soluble flax accompanying substances. SARABID LDR (Bezema) is a levelling agent for cellulose dyeing with reactive dyestuffs. SUBITOL RNC (Bezema) is a wetting agent with good washing capacity, with little foaming. COTOBLANC NSR (Bezema) is a product for fast soaping after reactive dyeing, which removes unfixed and hydrolysed dyestuff from the fibre.

#### 2.4 Determination of dye residual in a dye-bath

Determination of residual dye in a dye-bath was performed using a UV-VIS CARY 50 spectrophotometer (Varian). First, the absorbances of known dye concentrations were measured, the absorption coefficients calculated from the results, and the wavelengths of maximal absorption ( $\lambda_{\text{max}}$ ) were determined for each dye.

Next, the dye residues in various dye-baths were spectrophotometrically determined by measuring the absorbance at a maximal absorption wavelength for each individual dye. Thereafter, the amount of dye residues were calculated according to the Lambert-Beer law (1) [6, 11]:

$$A = k \times l \times c \quad (1)$$

Where:

A – absorbance,

k – absorption coefficients of dye in L/(g·cm),

l – optical length in cm,

c – concentration of dye in dye-bath in mL/L.

y % Bezaktiv V  
 5 g/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
 z mL/L NaOH, w(NaOH) = 32,5 %  
 $T = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $t = 100 \text{ min}$   
 kopelno razmerje (KR): 1 : 20  
 masa vzorca: 8g

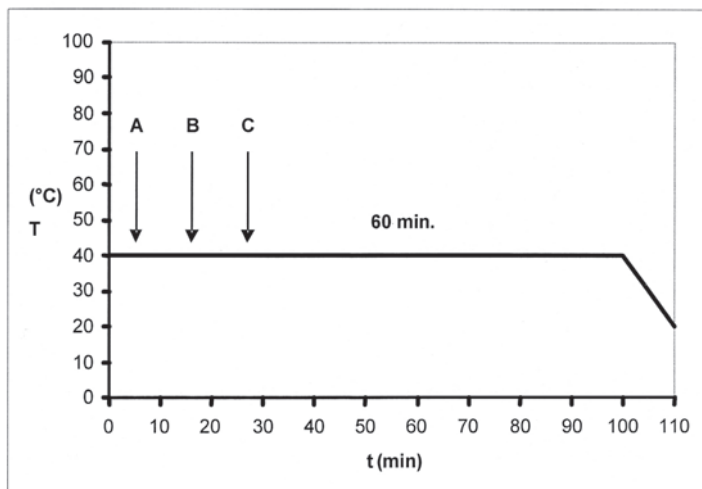


Figure 3: Dyeing diagram for Bezaktiv V dyestuffs

Postopek barvanja z impregnacijo (pad-batch)

Impregniranje vzorcev z barvalno kopeljo je potekalo na laboratorijskem fularju (Mathis), z dodanimi barvili, kemikalijami in tekstilnimi pomožnimi sredstvi ter pri pogojih, ki so podani v nadaljevanju.

Receptura in pogoji barvanja za barvila Bezaktiv S:

x g/L Bezaktiv S  
 80 g/L sečnina  
 4 g/L SUBITOL RNC  
 50 mL/L vodno steklo  
 19 mL/L NaOH, w(NaOH) = 32,5 %  
 $T_{\text{impregnacije}} = 20-25 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 ožemalni učinek (OU) = 100 %  
 $T_{\text{fiksiranja}} = \text{sobna}$   
 $t_{\text{fiksiranja}} = 18 \text{ ur}$

Receptura in pogoji barvanja za barvila Bezaktiv V:

x g/L Bezaktiv V  
 100 g/L sečnina  
 4 g/L SUBITOL RNC  
 50 mL/L vodno steklo  
 0,46 mL/L NaOH, w(NaOH) = 32,5 %  
 $T_{\text{impregnacije}} = 20-25 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 ožemalni učinek (OU) = 100 %  
 $T_{\text{fiksiranja}} = \text{sobna}$   
 $t_{\text{fiksiranja}} = 9 \text{ ur}$

## 2.5 Determining the amount of unfixed dye

Unfixed and hydrolysed reactive dye was extracted from the dyed and soaped samples by a combined solution of 0.02 mol/L of sodium hydroxide and 0.06 mol/L of sodium dihydrogenphosphate. The extraction was accomplished in boiling temperatures up to the point of colourless extract. Baths from the individual cycles were collected in a volumetric flask with a known volume. The absorbances were then measured and the concentration of the dye in the dye-bath was calculated according to the Lambert-Beer law and the preliminarily determined absorption coefficient. The amount of dyestuffs on the fibres and in dye-bath effluents was established, with regard to the obtained results.

## 2.6 The assessment of colour and colour differences

Dyed fabrics were colourimetrically evaluated in a CIELAB colour space by means of a system for colour measuring in a spectral area of 400–700 nm wavelengths using a two-ray SF 600+ spectrophotometer (Datacolor) with an Ulbricht sphere and measuring geometry of  $d/8^\circ$ . The source of light was a halogen lamp with xenon lightning that gives standardized daylight D65. All samples in the two layers were measured three times. On the basis of the obtained results, total colour differences ( $\Delta E^*$ ) (2), lightness differences ( $\Delta L^*$ ), and the samples positioned at  $a^*$  (red/green) and  $b^*$  (yellow/blue) of colour space axes were calculated according to the equation (2) [11].

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (2)$$

$\Delta a^*$  – differences at red/green axis

( $\Delta a^* = a^* \text{ sample} - a^* \text{ standard}$ )

$\Delta a^* > 0$  means more red or less green

$\Delta a^* < 0$  means more green or less red

$\Delta b^*$  – differences at yellow/blue axis

( $\Delta b^* = b^* \text{ sample} - b^* \text{ standard}$ )

$\Delta b^* > 0$  means more yellow or less blue

$\Delta b^* < 0$  means more blue or less yellow

$\Delta L^*$  – lightness differences

( $\Delta L^* = L^* \text{ sample} - L^* \text{ standard}$ )

$\Delta L^* > 0$  means lighter

$\Delta L^* < 0$  means darker

Po barvanju z obema skupinama barvil smo vzorce samo oželi in jih posušili. Posušene vzorce smo najprej milili in nato še ekstrahirali. Miljenje je potekalo pri temperaturi vrenja s sredstvom COT-OBLANC NSR (0,5 g/L) v času 20 minut.

MEROPAN DPE (Bezema) je zaščitni koloid s sekvestrirnimi lastnostmi za Ca- in Mg-ione in dispergirnimi lastnostmi za vodotopne primesi na lanu. SARABID LDR (Bezema) je egalizirno sredstvo za barvanje celuloze z reaktivnimi barvili. SUBITOL RNC (Bezema) je omakalno in pralno sredstvo, ki se ne peni. COT-OBLANC NSR (Bezema) je sredstvo za miljenje po reaktivnem barvanju, pri čemer se z vlaken odstrani nevezano in hidrolizirano barvilo.

## 2.4 Določanje ostanka barvila v barvalni kopeli

Določevanje ostanka barvila v barvalni kopeli smo izvajali na dvožarkovnem spektrofotometru UV-VIS Cary 50 podjetja Varian. Najprej smo opravili meritve absorbance znanih koncentracij barvila in izračunali absorpcijske koeficiente ter določili valovno dolžino maksimalne absorpcije ( $\lambda_{\max}$ ) za posamezno barvilo.

Ostarek barvila v različnih kopelih smo določali spektrofotometrično, tj. z merjenjem absorbance pri valovni dolžini maksimalne absorpcije posameznega barvila. Nato smo s pomočjo Lambert-Beerovega zakona (1) izračunali koncentracije ostankov barvil [6, 11].

$$A = k \times l \times c \quad (1)$$

A – absorbanca,

k – absorpcijski koeficient posameznega barvila v L/(g·cm),

l – optična pot v cm,

c – koncentracija barvila v kopeli v mL/L.

## 2.5 Določevanje količine nevezanega barvila

Nevezano in hidrolizirano reaktivno barvilo smo iz pobarvanih in miljenih vzorcev ekstrahirali z raztopino, sestavljeno iz 0,02 mol/L natrijevega hidroksida in 0,06 mol/L natrijevega dihidrogenfosfata. Ekstrakcija je potekala pri temperaturi vrenja do brezbarvnosti ekstrakta. Kopeli posameznih ciklusov smo zbirali v merilno bučko znanega volumna. Nato smo izmerili absorbanco tej kopeli in na podlagi znanega absorpcijskega koeficienta za posamezno barvilo po Lambert-Beerovem zakonu izračunali koncentracijo barvila v kopeli. Iz dobljenih podatkov pa smo določili količino barvila na vlaknu in v odpadnih kopelih.

## 2.6 Vrednotenje barv in barvnih razlik

Obarvane tkanine smo vrednotili v barvnem prostoru CIELAB s pomočjo sistema za merjenje barv v spektralnem območju z valovno dolžino 400–700 nm na spektrofotometru SF 600+ (proizvajalca Datacolor), ki je dvožarkovni spektrofotometer z Ulbrichtovo kroglo in geometrijo merjenja  $d/8^\circ$ . Kot vir svetlobe smo uporabili halogensko žarnico in ksenonsko bliskavico, ki v kombinaciji s filtrom

*Fabric dyed according to the padding procedure was chosen as the standard, and fabric dyed by the exhaustion technique was considered to be the sample.*

### 3 Results and discussion

*Dyeing was performed according to the exhaust and padding procedure. Figure 4 shows the amount of residual dye in the dye-bath effluents after dyeing with regard to the absorbance measured at a wavelength of individual dye absorption maximum, and to the differences between the residual amounts of two chemically different groups of reactive dyes, Bezaktiv S and Bezaktiv V. The dyestuffs' residuals in the dye-baths were significantly distinguished, with regard to the type of dye and hue, and were higher for Bezaktiv S dyestuffs, on average. From these results, it is evident that the chemical structure of applied dye had a notable influence on dye residual in a dye-bath. Hence, dye residue was maximal at RU S dye, followed by RU V dye, which remained greater than 25% of a bi-functional or 22% of a vinylsulphone dye at a 0.1% concentration. The higher the concentration, the lower the percent of dye residual in the dye-baths, although this does not necessarily correspond to a lower amount of residual. The lowest amount of dye (~ 5% at all concentrations) remained after dyeing with RD V dye, while values for RD S dye lay between 7 and 10%. The MO V dye residual in the dye-bath was also a little lower, and for other dyes, lay between 10 and 14%.*

*Dye residual in a dye-bath effluent is a significant indicator of successful dyeing, although it is insufficient to clearly state the amount of fixed dye on the fibre. Therefore, the measurement of dye residual after soaping was performed, and the extraction was performed eliminating the rest of the unfixed and hydrolysed dye from the fibres. Only then can the final evaluation of dye amount fixed on the fibre and the dye residual in dye-bath effluents be given.*

*Figure 5 represents the analysis of Bezaktiv S dyestuff. We can see that the amount of dye fixed on the fibre does not show the same results as those obtained by analysis of dye residuals in dye-baths after dyeing. The differences between*

dajeta standardizirano dnevno svetlobo D65. Meritve so potekale z izključenim leskom. Za vsak obarvan vzorec smo izvedli tri meritve, pri čemer je bila tkanina v dveh plasteh. Na podlagi meritev smo izračunali celotno barvno razliko ( $\Delta E^*$ ) (2) in razlike v svetlosti ( $\Delta L^*$ ) ter položaj vzorcev na  $a^*$  (rdeče-zeleni) in  $b^*$  (rumeno-modri) osi v barvnem prostoru po naslednjih zvezah [11]:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (2)$$

pri čemer je:

$\Delta a^*$  – razlika na rdeče-zeleni osi ( $\Delta a^* = a^*$  vzorca –  $a^*$  standarda),  
 $\Delta a^* > 0$  pomeni bolj rdeče oz. manj zeleno,  $\Delta a^* < 0$  pomeni bolj zeleno oz. manj rdeče;

$\Delta b^*$  – razlika na rumeno-modri osi ( $\Delta b^* = b^*$  vzorca –  $b^*$  standarda),  
 $\Delta b^* > 0$  pomeni bolj rumeno oz. manj modro,  $\Delta b^* < 0$  pomeni bolj modro oz. manj rumeno;

$\Delta L^*$  – razlike v svetlosti ( $\Delta L^* = L^*$  vzorca –  $L^*$  standarda),  $\Delta L^* > 0$  pomeni svetleje,  $\Delta L^* < 0$  pomeni temneje.

Pri vrednotenju barvnih razlik smo kot standard izbrali tkanino, pobarvano po impregnacijskem postopku z reaktivnimi barvili, za vzorec pa tkanino, pobarvano prav tako z reaktivnimi barvili po izčrpalnem postopku.

### 3 Rezultati z razpravo

Proces barvanja je potekal po postopku izčrpanja in po postopku impregnacije. Na sliki 4 so na podlagi merjenja absorbance pri valovni dolžini maksimalne absorpcije posameznega barvila prikazane količine ostanka barvila v kopeli po postopku barvanja in posamezne razlike med količino ostanka dveh kemijsko različnih skupin reaktivnih barvil Bezaktiv S in Bezaktiv V. Ostanke barvil v kopeli se glede na vrsto in barvni ton barvil med seboj pomembno razlikujejo in so v povprečju višji pri barvilih Bezaktiv S. Iz rezultatov je razvidno, da na ostanek barvila v kopeli močno vpliva struktura posameznega barvila, saj so ostanke najvišji pri RU S-barvilu, sledi mu RU V-barvilo, ki ga pri koncentraciji 0,1 % ostane preko 25 % pri bifunkcionalnem oziroma 22 % pri vinilsulfonskem barvilu. Ostanek barvila v barvalnih kopelih se z višanjem koncentracije v odstotkih sicer znižuje, kar pa seveda ne pomeni količinsko nižjih ostankov. Najmanj barvila ostane po procesu barvanja v kopeli z RD V-barvilom, pri katerem se vrednosti ostankov pri vseh koncentracijah gibljejo okrog 5 %, medtem ko so te vrednosti za RD S-barvilo med 7 in 10 %. Tudi pri modrem barvilu so ostanke nekoliko nižji pri MO V-barvilu, sicer pa so ostanke barvil v kopeli med 10 in 14 %.

Ostanek barvila v kopeli predstavlja pomemben kazalnik uspešnosti barvanja, vendar ne zadošča za definiranje količine vezanega barvila na vlaknu. Zato smo opravili meritve ostanka barvila tudi v kopeli po procesu miljenja in naknadno izvedli še ekstrakcijo, s katero smo odstranili preostanek nevezanega in hidroliziranega bar-

diverse dyes are low RD S dyestuff, the dye residual in a dye-bath effluent is the lowest, the portion of eliminated dye after soaping and extraction is the highest, and the total amount of fixed dye on the fibres is the lowest – under 70% at a 0.1% concentration. In contrast, the residual of RU S dyestuff in a dye-bath effluent is the highest, and the amount of dye removed during soaping and extraction is minimal. The total amount of fixed dye on the fibres is almost the same as for the red dye. The same statement is also valid for blue MO S dyestuff with intermediate results.

Figure 6 shows the results for Bezaktiv V dyestuffs with the similar conclusions mentioned above for Bezaktiv S dyestuffs. Moreover, the amount of fixed dye on the fibres is not in relation to the amount of dye residual in the dye-baths after dyeing, especially considering that the amount of eliminated dyes after soaping and extraction must also be taken into consideration. Generally, the amount of fixed dye is slightly higher, but still within 2%.

The presented research has established the impact of dyeing procedures on the amount of fixed and/or hydrolysed dye. Therefore, the same fabric was dyed with identical dyestuffs by the pad-batch procedure. Concurrently, the residual dye after soaping and extraction was monitored, and superior differences were noticed in different dyes depending on the dyeing procedure. It is obvious from Figure 7 that major differences originated at RU S dyestuff with the highest dye residual in the dye-bath effluent after exhaust dyeing, indicating its superior applicability for padding procedures due to its sensitivity and hydrolysis in diluted dye-baths. However, the hydrolysis is slower and proceeds to a lower extent in a more concentrated impregnation of dye-baths. Differences in the amount of unfixed dye as a consequence of dyeing procedure were also observed at MO S and at RD S dyestuffs, but only to a minor extent (within two percent).

The pad-batch process using Bezaktiv V dyestuffs had similar results to those mentioned above (Figure 8). Better results were achieved during padding, especially for the RU V dye, followed by the MO V dye. Meanwhile, the fixation of the RD V dye was lower.

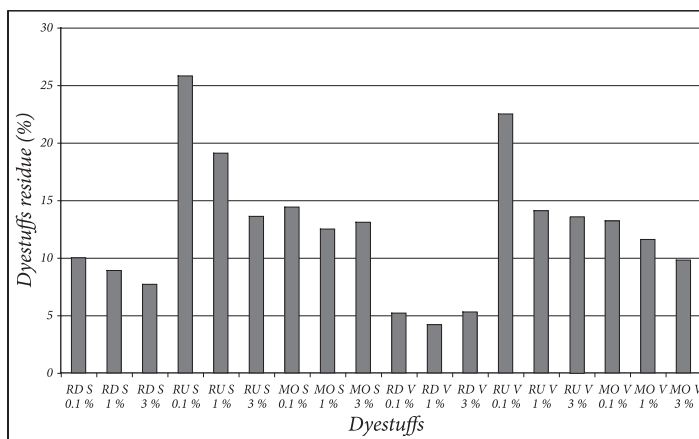


Figure 4: Dyestuff residue in dye-bath after exhaust dyeing using Bezaktiv S and Bezaktiv V dyestuffs

vila z vlakn. Šele na ta način lahko podamo končno oceno o količini vezanega barvila in količini barvila, ki je ostalo v kopeli in na vlaknu kot ostanek ali v hidrolizirani obliki.

Slika 5 prikazuje analizo reaktivnega barvila Bezaktiv S; opazimo lahko, da količine barvila, vezanega na vlakno, ne kažejo enakih rezultatov, kot jih lahko dobimo iz analize ostankov barvil v kopeli po barvanju. Razlike med posameznimi barvili so majhne, saj opazimo pri RD S-barvilu, pri katerem je ostanek barvila v kopeli najnižji, najvišji delež barvila, odstranjenega s postopkom miljenja in pri ekstrakciji, kar nam daje skupno najnižjo količino barvila, vezanega na vlakna, ki je pri koncentraciji 0,1 % pod 70 %. Obratno pa je pri RU S-barvilu, pri katerem je bil ostanek barvila v kopeli najvišji. Pri tem barvilu opazimo, da je količina barvila, ki ga odstranimo s postopkom miljenja in ekstrakcijo, minimalna. Skupno pa se količina barvila, vezanega na vlakna, bistveno ne razlikuje od rdečega barvila. Te ugotovitve prav tako veljajo za MO S-barvilo, ki tudi pri tej analizi kaže vmesne rezultate.

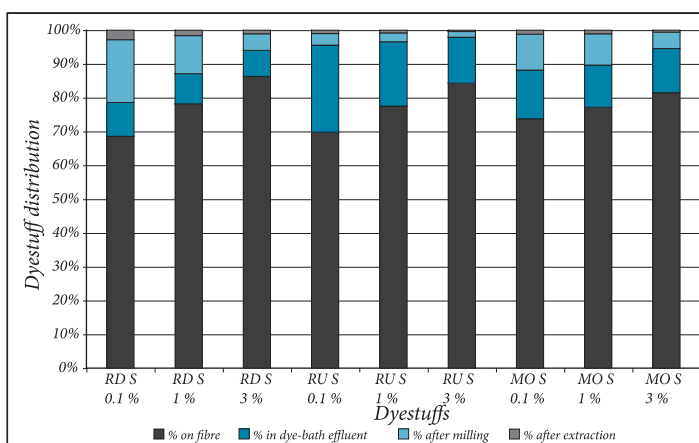


Figure 5: Amount of dye on the fibre, in dye-bath effluent, after milling, and after extraction at exhaust dyeing using Bezaktiv S dyestuffs

Dyed samples were also colourimetrically evaluated. The differences between flax fabrics dyed with exhaust dyeing and the padding process were determined. The resulting data are very important, as different technology was employed, as well as differences in the transfer of the dyeing recipes between individual procedures. The results also served to establish the effect of the amount of fixed dyes' on the colour.

Table 3 summarizes colour differences for Bezaktiv S dyestuffs with regard to the dyeing procedure. Fabric dyed according to the padding process was used as a standard and compared with the exhaust dyed samples. Measurements were accomplished on the samples after dyeing and soaping. It is obvious from the results that the colour differences are above the tolerated limit value ( $\Delta E^* = 1$ ), although the samples were lighter after soaping, as expected. When the dye concentration was increased, the displayed dyeing differences also increased. However, the influence of the dye concentration on the total colour difference is insignificant. The results of colour differences, especially the lightness differences, i.e. positive differences in lightness or lighter samples after padding, are in agreement with the measurements of dye residuals in the dye-baths.

Similar results to those discussed above were obtained when samples dyed with Bezaktiv V dyestuffs were measured (Table 4). Total colour differences were slightly higher, implying a greater sensitivity of mono-reactive dyes to the dyeing procedures. Enormous differences could be noticed using the RD V dyestuff. The major sensitivities of these dyes led to a greater differences at the  $a^*$  and  $b^*$  axes, affecting the position of a colour sample in a colour space.

#### 4 Conclusions

Dyeing of flax fabric with reactive dyes represents an important dyeing procedure often employed in industrial production. Here, we wanted to review the expertise of chemically different reactive dyes' behaviour with various dyeing procedures by considering specific parameters for the final evaluation of the effectiveness of individual processes.

Slika 6 nam prikazuje rezultate za barvila Bezaktiv V, za katera so ugotovitve podobne kot pri barvilu Bezaktiv S. Tudi v tem primeru količina barvila, vezanega na vlaknih, ni odvisna od količine ostanke barvila v kopeli po procesu barvanja, saj je treba upoštevati tudi količine barvil, odstranjenih pri miljenju in ekstrakciji. Na splošno pa lahko opazimo, da je količina vezanega barvila nekoliko višja, vendar so razlike minimalne in znotraj dveh odstotkov.

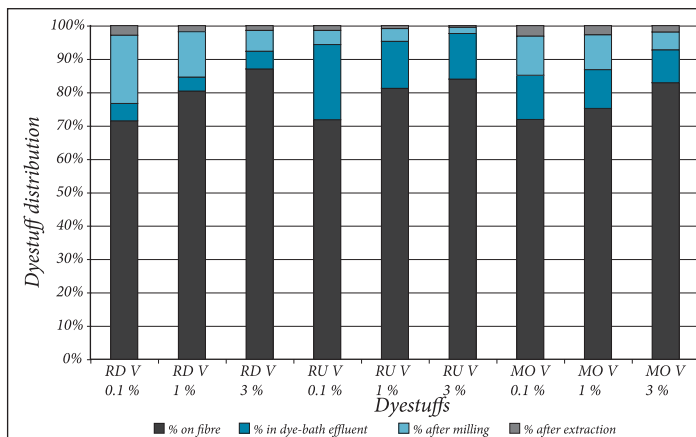


Figure 6: Amount of dye on the fibre, in dye-bath effluent, after milling, and after extraction at exhaust dyeing using Bezaktiv V dyestuffs

Z raziskavo smo želeli ugotoviti, v kolikšni meri je količina vezanega in/ali hidroliziranega barvila odvisna od postopka barvanja. Zato smo z enakimi barvili obarvali enako tkanino še po impregnacijskem postopku. Pri tem smo spremljali ostanke barvil po miljenju in ekstrakciji ter pri določenih barvilih opazili pomembne razlike, ki so povezane s postopkom barvanja. S slike 7 je razvidno, da nastajajo največje razlike pri RU S-barvilu, ki ima pri postopku barvanja z izčrpavanjem najvišje ostanke barvila v kopeli, iz česar lahko ugotovimo, da je to barvilo primerno predvsem za postopke barvanja z impregnacijo, saj je zelo občutljivo in hitro hidrolizira v razredčeni barvalni kopeli, medtem ko v bolj koncentriranih impregnacijskih kopelih hidroliza poteka počasneje in v manjši meri. Razlike v količini nevezanega barvila, ki so posledica postopka barvanja, opazimo tudi pri MO S-barvilu in v manjši meri tudi pri RD S-barvilu, vendar so pri slednjem razlike znotraj dveh odstotkov. Podobne ugotovitve lahko podamo tudi pri barvanju z barvili Bezaktiv V po impregnacijskem postopku (slika 8). Boljše rezultate dosežemo s postopkom impregnacije zlasti pri RU V-barvilu, sledi MO V-barvilo, medtem ko je izkoristek RD V-barvila pri tem postopku barvanja slabši.

Obarvane vzorce smo vrednotili tudi s pomočjo sistema za barvno metriko. Rezultate smo uporabili zlasti za določanje razlik v obarvanosti lanene tkanine, pobarvane po postopku izčrpavanja ali po postopku impregnacije. To je zlasti pomembno s stališča uporabe posamezne tehnologije in prenosa receptur barvanja med posameznimi



The obtained results of dye residual measurements in a dye-bath effluent after exhaust dyeing were inaccurate, due to the the diverse dyes' chemical structures and reactive groups, which have different sensitivities to hydrolysis, i.e. the dyes could be found in dye-baths or on the fibres in the hydrolysed form. Typical examples of such dyes applied in the present study are both red dyes with high exhaustion rates (between 90% and 95.8%, depending on the initial dye-bath concentration), followed by determination of a high amount of unfixed dye (between 6% and 23.3%) after soaping and extraction and, therefore, the lowest dyeing rate. In contrast, the results gained by both yellow dyes, which have the lowest exhaustion rate after dyeing (between 86.4% and 74.2%) and a minor dye residual after soaping and extraction (between 2.1% and 5.5%) showed a better dyeing rate in comparison to the red dyes.

Variable dye sensitivity to hydrolysis is revealed when comparing different procedures and dyeing conditions. Thus, both yellow dyes are particularly sensitive to the diluted dye-baths, and the dyeing rate is elevated during the padding process (between 91 and 95.1%, depending on concentration), i.e. the amount of hydrolysed dye is reduced. Better results during padding are also obtained when dyeing with both groups of blue dyes, while the results obtained for padding using red dyes are similar to those for exhaustion.

On the basis of the extended results, we conclude that the choice of dyeing procedure is significant, as the selection of an appropriate dyeing process controls the environmental pollution of dye residual in dye-bath effluents, and economically increases production efficiency.

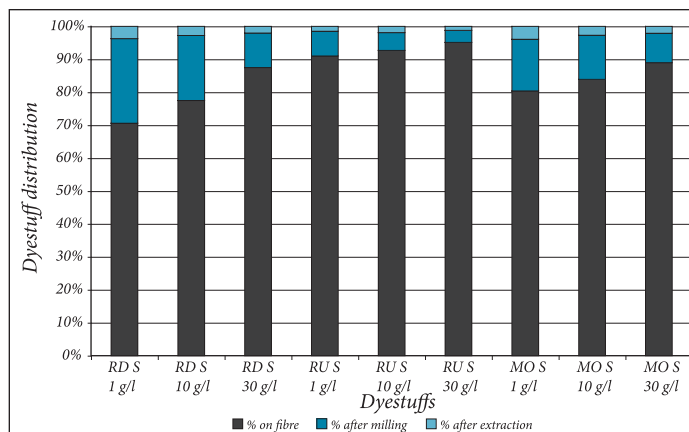


Figure 7: Amount of dye on the fibre, after milling, and after extraction at padding dyeing using Bezaktiv S dyestuffs

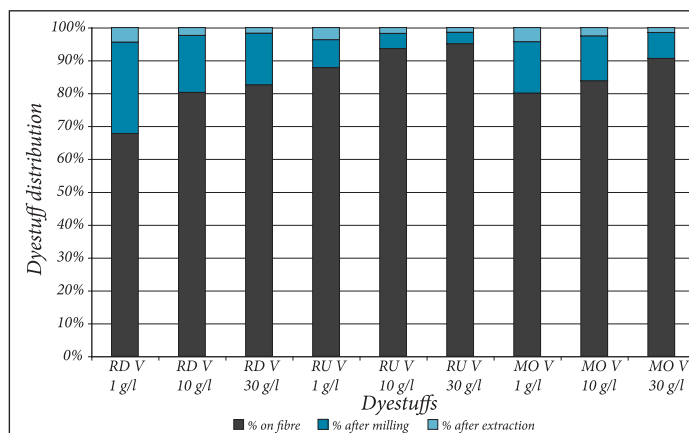


Figure 8: Amount of dye on the fibre, after milling, and after extraction at padding dyeing using Bezaktiv V dyestuffs

meznimi postopki. Istočasno smo s temi meritvami želeli ugotoviti tudi vpliv količine vezanih barvil na barvo.

Preglednica 3 nam podaja barvne razlike za barvila Bezaktiv S v odvisnosti od postopka barvanja. Pri tem smo uporabili tkanino, obarvano po postopku impregnacije, kot standard, s katerim smo primerjali vzorce, obarvane po postopku izčrpavanja. Za primerjavo smo izvedli meritve na vzorcih po barvanju in po miljenju. Iz rezultatov vidimo, da so barvne razlike sicer nad dopustno mejo odstopanja ( $\Delta E^* = 1$ ), vendar se po postopku miljenja zmanjšajo, vzorci pa so po miljenju, kot smo pričakovali, tudi svetlejši. Barvne razlike se z višanjem koncentracije sicer povečujejo, vendar je vpliv koncentracije na celotno barvno razliko majhen. Rezultati barvnih razlik, predvsem razlike v svetlosti, nam potrjujejo tudi meritve ostankov barvil v barvalnih kopelih, saj so razlike v svetlosti pozitivne, kar pomeni, da so vzorci, obarvani po postopku izčrpavanja, svetlejši.

Table 3: Colour differences of samples dyed with Bezaktiv S dyestuffs (standard-padding process)

Dyestuff	$\Delta E^*$		$\Delta L^*$		$\Delta a^*$		$\Delta b^*$	
	B	M	B	M	B	M	B	M
RD S 0.1%	3.146	2.683	1.041	1.219	2.356	1.845	1.806	1.604
RD S 1%	3.229	2.837	0.617	0.938	2.286	1.649	2.521	1.983
RD S 3%	3.447	2.936	0.548	0.728	1.115	0.942	2.642	1.996
RU S 0.1%	2.407	1.206	2.095	1.749	0.709	0.592	0.372	0.147
RU S 1%	2.387	1.739	2.216	1.943	0.716	0.618	0.523	0.389
RU S 3%	2.243	1.964	2.175	2.179	0.833	0.728	0.610	0.417
MO S 0.1%	3.147	2.674	1.487	1.168	-0.705	-0.803	2.434	1.849
MO S 1%	3.223	2.854	1.590	1.193	-0.436	-0.662	2.418	1.632
MO S 3%	3.303	2.927	1.620	1.279	-0.178	-0.390	2.736	1.481

B-after dyeing, M-after milling

Table 4: Colour differences of samples dyed with Bezaktiv V dyestuffs (standard-padding process)

Dyestuff	$\Delta E^*$		$\Delta L^*$		$\Delta a^*$		$\Delta b^*$	
	B	M	B	M	B	M	B	M
RD V 0.1%	6.147	4.839	3.294	2.693	6.457	4.593	1.046	0.923
RD V 1%	6.311	5.182	4.170	3.593	6.789	4.927	2.250	1.592
RD V 3%	6.548	6.184	4.398	3.931	5.879	5.183	2.516	1.834
RU V 0.1%	3.501	2.783	0.437	0.284	3.988	3.183	5.099	3.842
RU V 1%	3.897	2.845	0.625	0.472	4.258	3.583	5.608	4.183
RU V 3%	3.961	3.173	0.503	0.492	4.988	3.937	5.940	4.923
MO V 0.1%	3.235	2.743	0.287	0.480	2.276	2.194	2.934	2.173
MO V 1%	3.289	2.846	0.217	0.328	2.360	2.281	2.657	2.283
MO V 3%	3.345	2.958	0.022	0.173	2.457	2.318	2.567	2.381

B-after dyeing, M-after milling

Podobne rezultate opazamo tudi pri meritvah barvnih vrednosti vzorcev, obarvanih z barvili Bezaktiv V (preglednica 4). Celotne barvne razlike so sicer nekoliko večje, kar kaže na to, da so mono-reaktivna barvila bolj občutljiva za postopek barvanja. Velike razlike nastajajo zlasti pri RD V-barvilu. Večjo občutljivost teh barvil za postopek barvanja kažejo tudi večje razlike na barvnih oseh  $a^*$  in  $b^*$ , kar pomeni, da postopek vpliva tudi na položaj obarvanega vzorca v barvnem prostoru.

## 4 Sklepi

Barvanje lanene tkanine z reaktivnimi barvili predstavlja pomemben barvalni proces, ki se pogosto uporablja v proizvodni

praksi. V tem prispevku smo želeli prikazati pomen poznavanja obnašanja kemijsko različnih reaktivnih barvil pri različnih procesih barvanja in opozoriti na to, katere parametre moramo upoštevati, da lahko podamo končno oceno uspešnosti posameznega postopka.

Iz rezultatov barvanja po postopku izčrpavanja izhaja, da nam ostanki barvil v kopeli po končanem postopku barvanja dajejo napačne predstave, saj so barvila glede na kemijsko konstitucijo in vrsto reaktivne skupine različno občutljiva za hidrolizo ter lahko ostanejo v kopeli ali pa ostaja pomemben delež barvil na samih vlaknih v hidrolizirani obliki. Tipičen primer takšnih barvil sta v raziskavi uporabljeni rdeči barvili, ki kažeta najvišji delež izčrpanja (med 90 % in 95,8 %, odvisno od začetne koncentracije v barvalni kopeli), česar z nadaljnjo analizo ne potrdimo, saj se s postopkom miljenja in ekstrakcije dodatno odstrani visok delež nevezanega barvila (med 6,0 % in 23,3 %) in tako imata ti dve barvili skupno najnižji izkoristek. Ravno nasprotni pa so rezultati pri obeh rumenih barvilih, ki kažeta najnižji delež izčrpanja barvila po končanem postopku barvanja (med 86,4 % in 74,2 %), vendar pri miljenju in ekstrakciji dodatno odstranimo zelo nizke deleže (med 2,1 % in 5,5 %), tako da ti dve barvili skupno kažeta celo nekoliko boljše rezultate izkoristka barvila.

Različna občutljivost barvil za hidrolizo se pokaže pri primerjavi različnih postopkov in pogojev barvanja. Tako sta rumeni barvili zlasti občutljivi za razredčene barvalne kopeli, medtem ko pri postopku impregnacije omogočata visok izkoristek (med 91 % in 95,1 %, odvisno od koncentracije) oziroma nizek delež hidroliziranega barvila. Boljše rezultate pri postopku barvanja z impregnacijo dobimo tudi pri obeh vrstah modrega barvila, medtem ko nam daje rdeče barvilo podobne rezultate kot pri postopku izčrpavanja.

Na podlagi podanih rezultatov ugotavljamo, da je izbira postopka barvanja pomembna, saj lahko s premišljeno izbiro obvladujemo tudi onesnaženje okolja z ostanki barvil v odpadnih kopelih in s tem tudi povečujemo ekonomsko učinkovitost proizvodnje.

## 5 Viri

- 1 GUARATINI, C. I., FOGG, A. G., ZANONI, M. V. B. Assessment of the application of cathodic stripping voltammetry to the analysis of diazo reactive dyes and their hydrolysis products. *Dyes and Pigments*, 2001, vol. 50, p. 211–221
- 2 KRASSIG, H. *Cellulose, Structure, Accessibility and Reactivity*, Gordon and Breach Science Publishers, Y- Part, 1992
- 3 TAYLOR, J. A., PASHA, K., PHILIPS D. A. S. The dyeing of cotton with hetero bi-functional reactive dyes containing both a monochlorotriazinyl and a chloroacetyl amino reactive group. *Dyes and Pigments*, 2001, vol. 51, p. 145–152
- 4 SHORE, J.: *Cellulosics Dyeing*, Society of Dyers and Colourists, Manchester, 1995

- 5 SHARNA, S., SUMERE, V. *The Biology and Processing of Flax*, M Publications, Belfast, 1991
- 6 FAKIN, D. Barvalne lastnosti lanenih vlaken v odvisnosti od kemijskih procesov predobdelave. Doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, 2004
- 7 SUSAN, C. *Fiber Reactive Dyes and Cibacron F in particular*. Dostopno na svetovnem spletu: [http://www.straw.com/tan/tan\\_fiberreactives.html](http://www.straw.com/tan/tan_fiberreactives.html) [6. 4. 2006]
- 8 TIMOFEI, S., et al. A review of QSAR for dye affinity for cellulose fibres, *Dyes and Pigments*, 2000, vol. 47, p. 5–16
- 9 BAE, S. H., MOTOMURA, H., MORITA, Z. Diffusion/Adsorption Behaviour of reactive Dyes in Cellulose, *Dyes and Pigments* 1997, vol. 34, p. 321–339
- 10 IMADA, K. *Dyeing technologies and their applications*. Dostopno na svetovnem spletu: <http://textileinfo.com/en/tech/ima-da/hannnou/page02.html> [15. 4. 2005]
- 11 GOLOB, V. *Barvna metrika*, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor, 2001

## Importance of dye-surfactant interactions in dyeing

Rewiew

Received August 2007 • Accepted September 2007

### Abstract

*The importance of dye-surfactant intermolecular interactions for understanding the mechanism of how surfactants act as levelling agents in dyebaths is presented in this paper. The mechanisms of various dye surfactant interactions are presented. The influence of different factors, such as dye or surfactant structure, surfactant concentration, temperature, pH, presence of electrolytes and the presence of cosolvents, on the strength and the stability of the dye-surfactant complex are exposed. The dye absorption onto fibres is directly influenced by the strength and the stability of the dye-surfactant complex.*

*Keywords: dye-surfactant interactions, ionic activity, binary mixtures, ternary mixtures, influence of factors, strength of interactions.*

---

Vodilni avtor/corresponding author:

dr. Mateja Kert

tel.: +386 1 200 32 33

e-mail: mateja.kert@ntf.uni-lj.si

dr. Barbara Simončič

tel.: +386 1 200 32 31

e-mail: barbara.simoncic@ntf.uni-lj.si

---

Mateja Kert, Barbara Simončič  
Oddelek za tekstilstvo, Naravoslovnotehniška  
fakulteta, Univerza v Ljubljani

## Pomen interakcij barvilo-tenzid v barvarstvu

### Pregledni znanstveni članek

Poslano avgust 2007 • Sprejeto september 2007

### Izvleček

V prispevku je predstavljen pomen medmolekulskih interakcij barvilo-tenzid pri razumevanju mehanizma delovanja tenzidov kot egalizirnih sredstev v barvalni kopeli. Prikazani so mehanizmi interakcij med ionskim barvilom in ionskim oziroma neionskim tenzidom, neionskim barvilom in ionskim oziroma neionskim tenzidom ter ionskim barvilom in ionskim tenzidom v prisotnosti neionskega tenzida. Izpostavljen je vpliv različnih dejavnikov, kot so struktura barvila in tenzida, koncentracija tenzida, temperatura, pH, prisotnost elektrolita in prisotnost sotpila, na jakost in stabilnost kompleksov barvilo-tenzid. Slednji namreč neposredno vplivajo na stopnjo adsorpcije barvila na vlakna.

**Ključne besede:** interakcije barvilo-tenzid, ionska aktivnost, dvo-komponentne mešanice, trikomponentne mešanice, vpliv dejavnikov, jakost interakcij.

### 1 Uvod

Pri barvanju tekstilnih vlaken imajo interakcije barvilo-tenzid in tenzid-tenzid velik praktični pomen. Tenzidi lahko opravljajo v barvalni kopeli več funkcij, in sicer zvečajo omakanje vlaken, preprečujejo penjenje barvalne kopeli, zvečajo topnost slabo topnih barvil in ne nazadnje upočasnijo adsorpcijo barvila iz barvalne kopeli na vlakna. Slednje je še zlasti pomembno za enakomerno obarvanje tekstilnega substrata. V zadnjem času se kot egalizirna sredstva pogosto uporabljajo mešanice tenzidov, ki so zmesi ionskega in neionskega tenzida, pri čemer je koncentracija ionskega tenzida nižja od kritične koncentracije micelov

## 1 Introduction

*Dye-surfactant and surfactant-surfactant interactions have huge practical significance in the dyeing of textile fibres. Surfactants perform different functions in the dyebath. They can operate as wetting and antifoaming agents, enhance the solubility of less soluble dyes, as well as slow down adsorption of the dye. The latter is particularly important when an evenly dyed textile substrate is desired. In recent years, surfactant mixtures have been used as levelling agents. Mixtures are compounds of ionic and nonionic surfactants, where the concentration of the ionic surfactant is lower than the critical micelle concentration (c.m.c.) and the concentration of the nonionic surfactant is higher than the c.m.c.*

*Ionic surfactants can be dye- or fibre-substantive [1]. A surfactant is dye-substantive when it carries a charge opposite to that of the dye, and thus dye-surfactant complexes can be formed. At low temperatures, dyeing complexes reduce dye adsorption onto textile fibres and therefore, enable an evenly dyed textile substrate. However, the strength of complexes should not be strong enough to allow the complexes to break down as the temperature rises; otherwise, insufficient bath exhaustion could occur. The addition of an ionic surfactant to the solution of an ionic dye of an opposite charge often leads to the formation of insoluble complexes, which manifest as precipitates. Precipitation can be prevented by adding either an amount of the ionic surfactant that exceeds the stoichiometric amount or a nonionic surfactant at a concentration higher than the c.m.c. of the solution. The latter causes solubilisation of the formed complexes by micelles of a nonionic surfactant [1]. Fibre-substantive ionic surfactants are usually of the same ionic type as the dye. In such systems, both surfactant and dye ions compete for the adsorption sites in the fibre. If dye ions have a greater affinity for fibres than surfactant ions, the dye ions will displace surfactant ions during dyeing and bind to the functional groups of fibres [1].*

*The dye-surfactant interactions in an aqueous solution are the main topic of several studies*

(c. m. c.), koncentracija neionskega tenzida pa višja od c. m. c. Ionski tenzidi so lahko substantivni do barvila ali do tekstilnih vlaken [1]. Tenzid je substantiven do barvila, ko je naboj tenzida nasproten naboju barvila in tvori z barvilom komplekse. Nastali kompleksi zmanjšajo adsorpcijo barvila na tekstilna vlakna pri nižji temperaturi barvanja in s tem omogočijo enakomernejše obarvanje tekstilnega substrata. Jakost kompleksov pa ne sme biti previsoka, tako da ti lahko pri višji temperaturi razpadejo. V nasprotnem primeru bi prišlo do nezadostnega izčrpanja barvila. Dodatek ionskega tenzida v raztopino ionskega barvila nasprotnega naboja pogosto povzroči nastanek netopnega kompleksa, ki se kaže v obliki oborine. Temu se lahko izognemo tako, da povečamo koncentracijo ionskega tenzida ali pa v raztopino dodamo neionski tenzid koncentracije, višje od c. m. c. Slednji povzroči, da se nastali kompleksi lahko solubilizirajo v micle neionskega tenzida [1]. Ionski tenzidi, substantivni do vlaken, imajo enak naboj kot barvilo, zato z ioni barvila tekmujejo za prosta mesta na vlaknih. Če ima barvilo večjo afiniteto do vlaken kot tenzid, med barvanjem zamenja tenzidne ione in se samo veže na funkcionalne skupine vlaken [1].

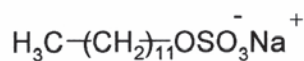
Interakcije barvilo-tenzid v vodni raztopini so zaradi svojega velikega tehnološkega pomena predmet številnih raziskav. Razumevanje teh interakcij lahko pomembno prispeva k racionalnejši uporabi tenzidov kot egalizirnih sredstev v barvalni kopeli in s tem k tehnološko, ekološko in ekonomsko sprejemljivejšim postopkom barvanja. V okviru raziskave medmolekulskih interakcij, ki delujejo med barvilom in tenzidom v barvalni kopeli, želimo podrobneje predstaviti vpliv različnih dejavnikov na jakost in stabilnost kompleksov barvilo-tenzid.

## 2 Interakcije med ionskim barvilom in ionskim tenzidom

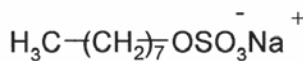
### 2.1 Interakcije pri koncentracijah tenzida, nižjih od c. m. c.

V vodnih raztopinah, ki vključujejo ione barvila in tenzida, lahko delujejo medmolekulske interakcije, katerih posledica je združevanje ionov v komplekse različnih oblik. Te so neposredno odvisne od ionske aktivnosti ter koncentracije barvila in tenzida. V razredčenih raztopinah barvila in tenzida nasprotnega naboja lahko med prostimi ioni sočasno delujejo privlačne elektrostatske, van der Waalove in hidrofobne interakcije, ki vodijo do nastanka kompleksa, v katerem je razmerje med barvilom in tenzidom 1 : 1. Nastanek takega ionskega para lahko zapišemo z naslednjima ravnotežnima reakcijama:

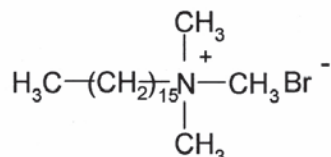


*Anionic surfactants:*

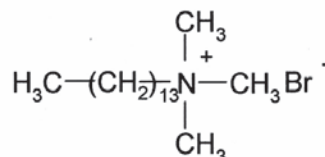
sodium dodecyl sulphate



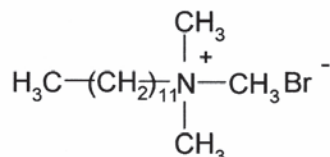
sodium octyl sulphate

*Cationic surfactants:*

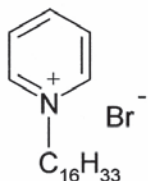
hexadecyltrimethylammonium bromide



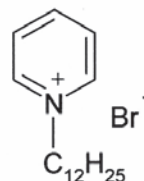
tetradecyltrimethylammonium bromide



dodecyltrimethylammonium bromide



hexadecylpyridinium bromide



dodecylpyridinium bromide

Figure 1: Structural formulae of ionic surfactants.

due to their great technological value. Understanding their working mechanism can significantly contribute to more rational uses of surfactants as levelling agents in dyebaths and therefore, to technologically, ecologically and economically more acceptable dyeing processes. Within the frame of our research of the intermolecular interactions acting between dyes and surfactants in dyebaths, the influences of different factions on the strength and stability of the dye-surfactant complexes are presented.

kjer je  $B^-$  anion barvila,  $B^+$  kation barvila,  $T^-$  anion tenzida,  $T^+$  kation tenzida,  $BT$  kompleks barvilo-tenzid in  $K_{BT}$  konstanta nastanka kompleksa barvilo-tenzid.

Iz dosedanjih raziskav [2–18] je razvidno, da je jakost interakcij med ioni barvila in tenzida nasprotnega naboja odvisna od različnih dejavnikov, in sicer od strukture barvila in tenzida, prisotnosti elektrolita, temperature in vrste topila.

Pri vplivu strukture tenzida in barvila na medmolekulske interakcije je obravnavan tako vpliv hidrofobne kot hidrofilne skupine. Ugotovljeno je, da struktura hidrofobne skupine pomembno vpliva na tvorbo kompleksov barvilo-tenzid, saj težnja po tvorbi kompleksov močno narašča z večanjem hidrofobnosti tenzida

## 2 Interactions between ionic dyes and ionic surfactants

### 2.1 Interactions at surfactant concentrations lower than the c.m.c.

*In aqueous solutions that include ions of dyes and surfactants, association of ions into complexes of different forms can occur as a consequence of intermolecular forces acting between ions. The form of the complexes is directly influenced by the ionic activity and the concentrations of both the dye and the surfactant. In dilute solutions, attractive electrostatic forces, van der Waals forces and hydrophobic interactions simultaneously act among the free ions of dye and surfactant of opposite charges, leading to complex formation, where the ratio between the dye and surfactant is 1:1. Formation of such an ionic couple can be written by the following equilibrium reactions: (Equations 1 and 2), where  $B^-$  is a dye anion,  $B^+$  is a dye cation,  $T^-$  is a surfactant anion,  $T^+$  is a surfactant cation,  $BT$  is a dye-surfactant complex and  $K_{BT}$  is a constant of dye-surfactant complex formation. From studies conducted so far [2–18], it can be seen that the strength of interactions between dye ions and surfactant ions of opposite charges is influenced by different factors, such as dye and surfactant structure, the presence of an electrolyte, temperature and the type of solvent. The influence of both hydrophobic and hydrophilic groups of dyes and surfactants on intermolecular interactions has been discussed. It was established that the structure of the hydrophobic group significantly influences the dye-surfactant complex formation. Thus the tendency for complex formation is strongly enhanced by increasing the hydrophobicity of the dye or surfactant. The strength of the dye-surfactant interaction increases with the length of the surfactant alkyl chain [2–10, 15, 18]. The anionic surfactant sodium dodecyl sulphate, with twelve carbonium atoms in its alkyl chain, forms stronger interactions with cationic dyes than sodium octyl sulphate, which has eight carbonium atoms in its alkyl chain [5]. Among the studied cationic surfactants, hexadecylammonium bromide forms the strongest, tetradecyltrimethylammonium bromide forms weaker and dodecyltrimethylammonium bromide*

ali barvila. Jakost interakcij barvilo-tenzid narašča z dolžino alkilne verige tenzida [2–10, 15, 18]. Anionski tenzid natrijev dodecilsulfat z dvanajstimi ogljikovimi atomi v alkilni verigi tvori veliko močnejše interakcije s kationskim barvilom kot natrijev oktilsulfat z osmimi ogljikovimi atomi [5]. V skupini kationskih tenzidov tvori heksadeciltrimetilamonijev bromid najmočnejše interakcije z anionskim barvilom, sledita mu tetradeciltrimetilamonijev bromid s šibkejšimi interakcijami in dodeciltrimetilamonijev bromid z najšibkejšimi interakcijami [2, 6]. Prav tako je konstanta nastanka kompleksa med heksadecilpiridinijevim kloridom in anionskim barvilom večja v primerjavi z dodecilpiridinijevim kloridom pri enakih pogojih [3, 8, 15]. Heksadecilpiridinijev bromid tvori močnejše interakcije z anionskim barvilom kot heksadeciltrimetilamonijev bromid [6, 7]. Vzrok za to so pripisali večji hidrofobnosti piridinijeve skupine v primerjavi s trimetilamonijevo skupino. Hkrati s tem planarna zgradba piridinijeve skupine ne otežuje zблиžanja med kationom tenzida in anionom barvila v primerjavi s kvarterno amonijevo spojino, v kateri tri metilne skupine, vezane na kvarterni dušikov atom, zaradi svoje voluminoznosti prostorsko ovirajo dostop anionski sulfonski skupini barvila. V primeru alkilpiridinijevih kationskih tenzidov lahko med aromatskim obročem tenzida in aromatskim obročem barvila delujejo še privlačne  $\pi$ - $\pi$  elektronske interakcije in van der Waalsove sile [2, 4, 7, 9], ki še dodatno povečajo konstanto nastanka kompleksa. Strukturne formule proučevanih anionskih in kationskih tenzidov so prikazane na sliki 1.

Simončič in sodelavci [15, 18] so potrdili, da na jakost interakcij barvilo-tenzid vpliva tudi hidrofobnost barvila. Povečanje števila aromatskih obročev v strukturi barvila vpliva na povečanje privlačnih interakcij v kompleksu s kationskim tenzidom. Dutta in Bhat [5] sta ugotovila, da vključitev metilne skupine, ki inducira protonacijo barvila, v strukturo kationskega barvila fenosafranina poveča konstanto nastanka kompleksa barvilo-tenzid. Iz raziskav je tudi razvidno, da pri tvorbi ionskega para sodelujejo tako dolgosežne privlačne elektrostatske interakcije kot kratkosežne privlačne polarne in nepolarne van der Waalsove sile ter hidrofobne interakcije. Dutta in Bhat [6] sta ugotovila, da na jakost interakcij barvilo-tenzid vpliva tudi protiion, vezan na pozitivni center kationskega tenzida. Pri enaki strukturi tenzidnega kationa tvori alkiltrimetilamonijev klorid močnejše interakcije z anionskim barvilom kot alkiltrimetilamonijev bromid. Vzrok za to je v različni hidrataciji kloridnega in bromidnega iona ter njunem vplivu na strukturo vode. Tako ima kloridni protiion večji izsoljevalni učinek kot bromidni protiion.

Z rezultati spektrofotometričnih meritev sta Forte in Špan [7] dokazala, da dodatek elektrolita v raztopino ionskega barvila in ionskega tenzida nasprotnega naboja povzroči zasenčenje naboja barvila in tenzida, kar zmanjša elektrostatski privlak med ioni v kompleksu. Zmanjšanje elektrostatskih privlačnih sil se v širšem smislu nadomesti s hidrofobnimi interakcijami.



forms the weakest interactions with anionic dyes [2, 6]. Likewise, the constant of complex formation between hexadecylpyridinium chloride and an anionic dye is higher compared to dodecylpyridinium chloride at the same conditions [3, 8, 15]. Hexadecylpyridinium bromide forms stronger interactions with an anionic dye than hexadecyltrimethylammonium bromide [6, 7]. The cause for this was ascribed to higher hydrophobicity of the pyridinium than the trimethylammonium group. At the same time, the planar structure of pyridinium does not prevent the surfactant cation and the dye anion from closing together if compared to a quaternary ammonium compound, where three methyl groups are bound to a quaternary nitrogen atom and their bulkiness hinders the closing together of the anionic sulphonic group of a dye. In the case of an alkylpyridinium cationic surfactant, attractive  $\pi$ - $\pi$  interactions and van der Waals forces can act among aromatic rings of the dye and surfactant [2, 4, 7, 9]. These interactions additionally contribute to an enhancement of the constant of complex formation. Structural formulae of both anionic and cationic studied surfactants are presented in Figure 1. Simončič and coworkers confirmed that the strength of dye-surfactant interactions is also influenced by dye hydrophobicity. As the number of aromatic rings in the dye structure increases, attractive forces will be enhanced in the complexes with a cationic surfactant [15, 18]. Dutta and Bhat [5] found that the incorporation of a methyl group into the structure of the cationic dye fenosafranine, which induces protonation of the dye, increases the constant of dye-surfactant complex formation. From the results obtained, it can be seen that both long-range electrostatic and short-range polar attractive, nonpolar van der Waals and hydrophobic forces as well cooperate during ion pair formation.

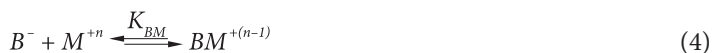
Dutta and Bhat [6] established that the counterion that is bound to the positive centre of a cationic surfactant also influences the strength of dye-surfactant interactions. Alkyltrimethylammonium chloride forms stronger interactions with anionic dyes than alkyltrimethylammonium bromide with the same surfactant structure. This is due to the differences in hydration

Konstanta nastanka kompleksa barvilo-tenzid se zmanjšuje z naraščajočo temperaturo [2–8, 11, 16, 17]. Zaradi večje kinetične energije, ki jo imajo ioni pri višji temperaturi, se težnja po združevanju med njimi zmanjšuje. Pri določeni temperaturi se kompleksi med barvilom in tenzidom celo ne tvorijo več [2]. Iz raziskav je tudi razvidno, da se pri višji temperaturi začnejo tvoriti kompleksi anionsko barvilo-kationski tenzid pri višji koncentraciji tenzida kot pri nižji temperaturi [3, 12].

Bračko in Špan [4] sta s proučevanjem vpliva topila na interakcije anionsko barvilo-kationski tenzid ugotovila, da dodatek etanola v vodno raztopino zmanjša težnjo po tvorbi ionskega para. Pri tem je vpliv etanola dvojen. Zvečanje deleža etanola v mešanici etanol-voda povzroči znižanje dielektrične konstante topila, kar vpliva na zvečanje privlačnih elektrostatskih interakcij. Hkrati s tem pa etanol negativno vpliva na hidrofobne interakcije, saj povzroči porušitev urejene strukture molekul vode okrog hidrofobnih delov barvila in tenzida. Znižanje konstante nastanka kompleksa barvilo-tenzid v mešanem topilu etanol-voda kaže na to, da so elektrostatske privlačne sile bistvenega pomena za tvorbo ionskega para. Omogočijo namreč, da se ioni barvila in tenzida približajo na tako majhne razdalje, da lahko med njimi začnejo delovati kratkosežne, a močne privlačne necoulombske sile, kot so van der Waalove in hidrofobne. Te ugotovitve sta potrdila tudi Neumann in Gehlen z določitvijo proste energije, ki spremlja tvorbo ionskega para [13]. V razredčenih vodnih raztopinah barvila in tenzida enakega naboja delujejo močne elektrostatske odbojne sile, ki preprečujejo tvorbo kompleksov, kar je dokazala Simončič s sodelavci [15, 19]. Ker je jakost kratkosežnih privlačnih interakcij premajhna, da bi presegla močan elektrostatski odboj med enako nabitimi ioni barvila in tenzida, v takih raztopinah ni kompleksov barvilo-tenzid.

## 2.2 Interakcije pri koncentracijah tenzida, višjih od c. m. c.

V raztopinah tenzida koncentracij, višjih od c. m. c., se zaradi delovanja privlačnih medmolekulskih sil ioni tenzida združujejo v večje skupke, imenovane miceli. V takih raztopinah so poleg prostih ionov tenzida prisotni tudi miceli. Zaradi svoje ionske aktivnosti lahko miceli tvorijo privlačne elektrostatske interakcije z ioni barvila nasprotnega naboja. Posledica tega je vezanje iona barvila v micel tenzida. Proces raztapljanja barvila v micelu tenzida imenujemo solubilizacija. Reakcijo micelizacije tenzida in solubilizacijo barvila v micel lahko ponazorimo z naslednjimi ravnotežnimi reakcijami:



oziroma:



and their effects on water structure. The chloride counterion has a greater salting-out effect and water structuring ability compared to the bromide counterion.

Forte and Špan discovered by spectrophotometric measurements that the addition of an electrolyte to the solution of an ionic dye and an ionic surfactant of opposite charges causes screening of the charge on the dye and surfactant, which diminishes the electrostatic attraction among ions in a complex. However, the reduction is compensated to a greater extent by hydrophobic interactions [7].

The constant of dye-surfactant complex formation decreases with increasing temperature [2–8, 11, 16, 17]. When ions possess higher kinetic energy due to a rise in temperature, the tendency for complex formation between the ions is reduced. At a certain temperature, ion pair formation does not appear [2]. From studies, it can also be seen that at higher temperature, a higher surfactant concentration is needed for anionic dye-cationic surfactant complex formation than at lower temperatures [3, 12].

The influence of a solvent on anionic dye-cationic surfactant interactions was studied by Bračko and Špan [4]. They found that the addition of ethanol to an aqueous solution of an anionic dye and a cationic surfactant reduces the tendency for dye-surfactant ion pair formation. The influence of ethanol is two-fold: firstly, the increase in ethanol content in the water-ethanol mixture causes a reduction of the dielectric constant of the solvent, which causes an increase in the attractive electrostatic interactions among ions in the solution; secondly, ethanol has a negative influence on hydrophobic interactions, because it can cause the breakdown of the structured water molecules around the hydrophobic parts of the dye and surfactant. With the reduction of the association constant of dye-surfactant complex formation in the water-ethanol mixture, it was pointed out that the electrostatic attractive forces are essential for ion pair formation. The function of electrostatic attractive forces is to bring the dye and surfactant ions so close that short-range, but strong, attractive non-Coulombic forces, like van der Waals and hydrophobic forces, can act among them. This was also stated by Neuman and Gehlen, who

kjer je  $n$  agregacijsko število tenzida,  $M^{+n}$  micel kationskega tenzida,  $M^{-n}$  micel anionskega tenzida,  $BM^{+(n-1)}$  kompleks med anionom barvila in micelom kationskega tenzida,  $BM^{-(n+1)}$  kompleks med kationom barvila in micelom anionskega tenzida,  $\kappa$  konstanta nastanka micela tenzida in  $K_{BM}$  konstanta nastanka kompleksa ionsko barvilo-ionski micel.

Pogoj za solubilizacijo ionskega barvila v micel ionskega tenzida nasprotnega naboja so elektrostatske in hidrofobne interakcije [9, 12, 20–38]. Pomembnost hidrofobnih interakcij pri vezanju barvila v micel potrjujejo rezultati, po katerih konstanta nastanka kompleksa barvilo-micel narašča z naraščajočo hidrofobnostjo tenzida [9, 20] ali barvila [30, 35, 38]. V obeh primerih se v raztopini barvila zaradi povečanja hidrofobnosti kompleksa barvilo-micel zniža c. m. c. tenzida v primerjavi z raztopino tenzida brez barvila. Gök-türk [9] je ionski micel opisal s tremi različnimi področji: prvo je nepolarno jedro, ki ga tvorijo dolge alkilne verige tenzida, drugo je gosta Sternova plast, ki vsebuje hidrofilne skupine, tretje področje pa je relativno široka Gouy-Chapmanova plast, ki jo obdajajo protiioni. Predpostavil je, da lahko ioni barvila prodirajo globoko v nepolarno hidrofobno jedro micela ali ostajajo adsorbirani na njegovi relativno polarni površini, kar je odvisno od razmerja med elektrostatskimi in hidrofobnimi interakcijami med barvilom in micelom. Medtem ko elektrostatske privlačne sile med nasprotno nabitimi ioni barvila in tenzida v kompleksu povzročajo vezanje barvila v polarno z vodo bogato Sternovo plast, pa so hidrofobne interakcije pogoj za vezanje barvila v nepolarno jedro micela [9, 20, 38]. Večja ko je hidrofobnost tenzida, globlje prodira barvilo v micel. Anionsko antrakinonsko barvilo se zaradi močnih hidrofobnih interakcij močnejše veže v nepolarno jedro micela heksadecilpiridinijevega klorida ali bromida v primerjavi z manj hidrofobnimi heksadecil-, tetradecil- ali dodeciltrimetilamonijevimi bromidi [9].

Iz raziskave interakcij med amfoternim hemicianinskim barvilom z različnimi hidrofobnimi skupinami in micelom kationskega tenzida heksadeciltrimetilamonijevega bromida, ki jo je izvedel Shah s sodelavci [38], je razvidno, da ima dolžina hidrofobne alkilne verige, ki je vezana na barvilo, pomembno vlogo pri solubilizaciji barvila v micel. S povečanjem hidrofobnosti barvila se namreč povečuje razmerje med hidrofobnimi in elektrostatskimi interakcijami v kompleksu. Barvilo s krajšo alkilno verigo je bolj polarno in se zato veže na površino micela, ki je polaren medij. Pri tem premik barvila iz polarnega mikrookolja v nepolarno jedro micela ni favoriziran. Ion barvila prodre globlje v jedro micela le, če je njegova hidrofobnost tako velika, da hidrofobne interakcije prevladajo nad elektrostatskimi [38]. Te ugotovitve so v skladu z izsledki raziskav Behere in Mishre s sodelavci [20, 30] ter njihovim proučevanjem interakcij med kationskimi stirilpiridinijevimi barvili in miceli anionskih tenzidov natrijevega alkilbenzensulfonata in natrijevega dodecilsulfata, kjer so pri vezanju manj hidrofobnih barvil v micel pomembne elektrostatske in hi-

determined the free energy that accompanies the ion pair formation [13].

Simončič and coworkers [15, 19] proved that strong electrostatic repulsive forces, which prevent complex formation, act between dye and surfactant ions of the same ionic charge in dilute water solutions. Since the strength of short-range attractive interactions is too weak to overcome the strong electrostatic repulsion between the same charged ions of the dye and surfactant, no dye-surfactant complex formation is observed in such solutions.

## 2.2 Interactions at surfactant concentrations higher than the c.m.c.

In solutions where the surfactant concentration is higher than the c.m.c., surfactant ions join into bigger aggregates called micelles, due to attractive intermolecular forces that act between the ions. In such solutions, micelles are also present in addition to free ions of the surfactant. Because of their ionic activity, micelles might form attractive electrostatic interactions with dye ions of the opposite charge, which results in the binding of dye ions to surfactant micelles. Solubilisation is defined as the spontaneous dissolution of a nonionic dye in the surfactant micelle. Micellisation and solubilisation of a dye in the micelle can be illustrated by the equilibrium equations as follows:

(Equations 3 and 4) and (Equations 5 and 6), where  $n$  is the aggregation number of the surfactant,  $M^{+n}$  is the cationic micelle,  $M^{-n}$  is the anionic micelle,  $BM^{+(n-1)}$  is the complex between the dye anion and cationic micelle,  $BM^{-(n+1)}$  is the complex between the dye cation and anionic micelle,  $\kappa$  is the constant for micelle formation and  $K_{BM}$  is the constant for ionic dye-ionic micelle complex formation.

Solubilisation of an ionic dye by an ionic micelle of the opposite charge is governed by electrostatic and hydrophobic interactions [9, 12, 20–38]. The importance of hydrophobic interactions for binding of a dye to a micelle is confirmed by the results indicating that the constant for dye-micelle complex formation increases with increasing hydrophobicity of both the surfactant [9, 20] and the dye [30, 35, 38]. The c.m.c. of the surfactant is reduced in dye solutions due to enhancement of the hydrophobicity of the dye-

drofobne interakcije, pri zelo hidrofobnih barvilih pa prevladujejo hidrofobne interakcije.

Na način vezanja anionskega barvila v micel kationskega tenzida pomembno vplivata tudi struktura in število anionskih skupin v barvilu, kar sta potrdili Nemcová in Čermaková [32]. Vključitev anionske sulfonske skupine na kromogen barvila preprečuje prodiranje barvila v hidrofobno jedro kationskega micela. Barvilo ostaja na hidrofilni površini micela. Hkrati s tem pa je tudi kvarтерна amonijeva skupina tenzida močno asociirana z aromatskim obročem barvila, kar prav tako preprečuje, da bi barvilo prodrlo globoko v notranjost micela. Barvilo je s hidrofilnimi sulfonskimi ali karboksilnimi skupinami vključeno v Sternovo plast micela, bogato z vodo, v obliki sendviča [9, 29, 36, 37]. Poleg hidratacije hidrofilnih skupin barvila poteče tudi solvatacija aromatskega obroča barvila, zato delujejo med sosednjimi verigami tenzida, kjer so prisotne hidrofobne interakcije, in barvilom še van der Waalove sile, ki povzročijo spremembo v mikrookolju kromogena. Ta se kaže v batokromnem premiku valovne dolžine absorpcijskega maksimuma kompleksa v primerjavi z valovno dolžino absorpcijskega maksimuma barvila [9, 25, 26].

Göktürk in Tunçay [28] sta ugotovila, da je vezanje kationskega barvila Safranin O na natrijev dodecilsulfat večje kot na natrijev dodecilsulfonat. Vzrok za to je v različnih polarnih skupinah tenzida, saj je žveplo sulfonske skupine neposredno vezano na ogljik hidrofobne verige, žveplo sulfatne skupine pa prek kisikovega mostu. Ta strukturna razlika bistveno vpliva na težnjo tenzida po tvorbi kompleksov.

Raziskave interakcij barvilo-micel v mešanih topilih, ki sta jih prav tako izvedla Göktürk in Tunçay [28], so pokazale, da dodatek metanola, dimetilformamida in 1,4-dioksana v vodo poveča c. m. c. ionskega tenzida. Posledica tega je znižanje stopnje vezanja barvila v micel z zvečanjem volumenskega razmerja sotopila v mešanici.

Pri interakcijah med ioni barvila in miceli tenzida enakega naboja močni elektrostatski odboj med enako nabitimi ioni prepreči tvorbo kompleksa, tako da solubilizacija barvila v micel ni mogoča [21, 22, 26, 27, 29, 31, 35–37]. Izjema so le zelo hidrofobna barvila, pri katerih privlačne hidrofobne interakcije med barvilom in micelom, ki so močnejše od elektrostatskega odboja, omogočajo vezanje barvila v micel [27].

## 3 Interakcije med ionskim barvilom in neionskim tenzidom

Interakcije med ionskim barvilom in neionskim tenzidom potečejo pri koncentracijah tenzida, višjih od c. m. c., posledica teh interakcij je nastanek kompleksa barvilo-micel. Interakcije med ioni barvila in prostimi molekulami neionskega tenzida so zanemarljive [39]. Micelizacijo neionskega tenzida in vezanje iona barvila v micel lahko ponazorimo z naslednjimi ravnotežnimi reakcijami:

micelle complex compared to surfactant solutions where the dye is not present. Göktürk [9] characterised ionic micelles by three distinct regions: the non-polar core formed by long alkyl chains of the surfactant; a compact Stern Layer, including hydrophilic groups, and a relatively wider Gouy-Chapman Layer that encompasses the majority of counterions. He assumes that dye ions can penetrate deep into the non-polar hydrophobic core of the micelle or adsorb to its relative polar surface, which depends on the ratio between electrostatic and hydrophobic interactions between the dye and micelle. While electrostatic interactions between ions of dyes and surfactants of opposite charge in the complex govern binding of the dye to the polar, water-rich Stern Layer, the hydrophobic interactions govern binding of the dye to the non-polar core of the micelle [9, 20, 38]. Dye molecules penetrate deeper towards the hydrocarbon core with increasing hydrophobicity of the surfactant. The anionic antraquinone dye binds stronger to the non-polar core of micelles of hexadecylpyridinium chloride or bromide in comparison with less hydrophobic hexadecyl-, tetradecyl- or dodecyltrimethylammonium bromides [9].

From the study of interactions between amphiphilic hemicyanine dyes with different hydrophobic groups and cationic micelles of hexadecyltrimethylammonium bromide carried out by Shah and coworkers [38], it can be seen that the length of the hydrophobic alkyl chain bound to the dye molecule has an important role in solubilisation of the dye by the micelle. By increasing the dye hydrophobicity, the ratio between hydrophobic and electrostatic interactions in the complex increases. Dyes with shorter alkyl chains are more polar and bind to the micelle surface, which is a polar medium. The shift of the dye from a polar microenvironment to a nonpolar micellar core is not favourable. Dye ions penetrate deeper into the micellar core only if the hydrophobicity is so great that hydrophobic interactions can overcome the electrostatic interactions [38]. These findings are in accordance with the results obtained by Behera, Mishra and co-workers [20, 30]. They studied interactions between cationic styryl pyridinium dyes and anionic surfactant micelles of sodium alkylbenzenesulphonate and sodium dodecyl



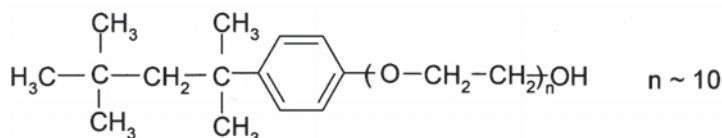
kjer sta  $N$  in  $M$  molekula in micel neionskega tenzida,  $MB^-$  in  $MB^+$  kompleksa med ionom barvila in micelom neionskega tenzida in  $K_{MB}$  konstanta nastanka kompleksa ionsko barvilo-neionski micel.

Iz raziskav, ki so bile opravljene z uporabo različnih metod, kot so NMR, UV-VIS-spektrofotometrija, potenciometrija, merjenje viskoznosti, gostote ter površinske napetosti raztopin, je ugotovljeno, da so za tvorbo kompleksa med anionom barvila in micelom neionskega tenzida v večji meri odgovorne hidrofobne interakcije, za tvorbo kompleksa med kationom barvila in micelom neionskega tenzida pa poleg hidrofobnih interakcij tudi charge-transfer oziroma elektron donor-akceptor interakcije [21–29, 31, 32, 35–37, 39–51]. Pri tem deluje kationska skupina barvila kot elektron akceptor, polioksietilenska skupina neionskega tenzida pa kot elektron donor. Če anionsko barvilo vključuje substituentne, ki omogočijo nastanek pozitivnega centra v vzbujenem stanju barvila, lahko tudi med anionskim barvilom in micelom delujejo charge-transfer interakcije [22, 23]. Barvilo v vzbujenem stanju deluje kot elektron akceptor, neionski tenzid pa kot elektron donor.

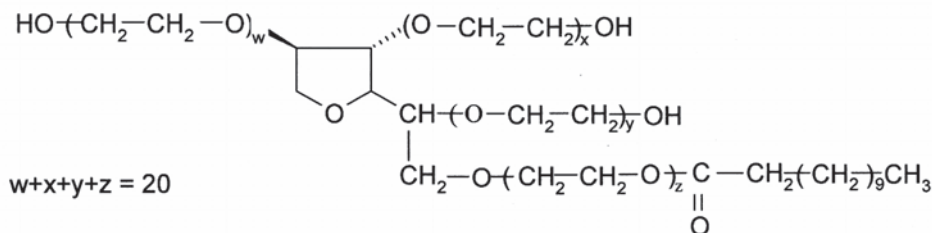
Na splošno je jakost interakcij med anionom oziroma kationom barvila in micelom neionskega tenzida večja v primerjavi z micelom ionskega tenzida nasprotnega naboja [21, 28, 37]. To pomeni, da je neionski micel prijaznejše mikrookolje za ionsko barvilo kot ionski micel nasprotnega naboja.

Jakost interakcij narašča z naraščajočo hidrofilnostjo tenzida in hidrofobnostjo barvila [27, 44, 45, 49]. Ugotovljeno je, da se konstanta vezanja anionskega barvila na micel neionskega tenzida povečuje z naraščajočo polioksietilensko skupino tenzida [44, 49]. To lahko razložimo tako, da je mikrookolje micela, ki vključuje daljšo polioksietilensko skupino, ugodnejše za vezanje polarnega barvila, kot če vključuje krajšo polioksietilensko skupino. V seriji kationskih N-alkilstirilpiridinijevih barvil se konstanta vezanja barvila v micela neionskega tenzida Triton X-100 (TX-100) povečuje z naraščajočo dolžino alkilne verige, vezane na kationski dušik barvila [45], pri anionskih azobarvilih pa z večanjem alkilne skupine, vezane na benzenski obroč kromogena [49]. Z naraščanjem hidrofilnosti anionskega barvila, ki je posledica povečanja števila sulfonskih skupin v strukturi barvila, se stopnja nastanka kompleksa zmanjšuje [38, 44, 46].

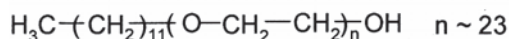
Stevenson in sodelavci [49] so dokazali, da struktura anionskega barvila ne vpliva le na jakost interakcij, temveč tudi na način vezanja barvila v neionski micel. Jocić, Oakes in Gratton [42, 46] so ugotovili, da se barvilo zaradi prisotnosti anionske polar-



Triton X-100



Tween 20



Brij 35

Figure 2: Structural formulae of nonionic surfactants.

sulphate. It was established that for the binding of less hydrophobic dyes to micelles, both electrostatic and hydrophobic interactions are important, while for more hydrophobic dyes, only hydrophobic interactions prevail.

Nemcová and Čermaková [32] confirmed that the dye structure and the number of anionic groups of the dye influence the mode of binding of an anionic dye to a cationic surfactant micelle. Incorporation of an anionic sulphone group to the dye chromogene prevents the dye from penetrating the hydrophobic core of a cationic micelle. The dye resides in the hydrophilic surface of the surfactant micelle. At the same time, the quaternary ammonium group of the surfactant is strongly associated with the aromatic ring of the dye, which prevents the dye from penetrating deeper into the micelle core. The dye, with its hydrophilic sulphonic or carboxylic groups, is incorporated into the water-rich Stern Layer of the micelle in a sandwich arrangement [9, 29, 36, 37]. Besides hydration of the hydrophilic group of the dye, solvation of

ne sulfonske skupine ne solubilizira v nepolarno jedro micela, ampak ostaja tik ob polioksietilenskih verigah in le delno prodira v hidrofobno področje micela. Na globino prodiranja vplivajo substituenti, vezane na kromogen barvila. Stopnja nastanka kompleksa anionsko barvilo-micel neionskega tenzida narašča z naraščanjem hidrofobnosti p-substituent barvila v vrstnem redu  $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 > -\text{CH}_3 > -\text{Cl} > -\text{H} > -\text{OCH}_3$  oziroma pade, če so na p-mestu vezane hidrofilne substituenti, kot sta  $-\text{SO}_3^-$  in  $-\text{COO}^-$  [46].

Iz rezultatov spektrofotometričnih meritev, ki sta jih izvedla Dakiky in Dutta s sodelavci [25, 27], je tudi razvidno, da se v kompleksu, ki nastane med anionskim barvilom in micelom neionskega tenzida, barvilo veže globlje v nepolarno jedro micela v primerjavi s kationskim micelom, pri katerem ostane vezano le na njegovi površini. To je tudi vzrok, da neionski micel bolj vpliva na obliko spektra anionskega barvila kot kationski micel.

Kationska barvila tvorijo z miceli neionskega tenzida v vodnem mediju komplekse [21, 27, 29, 35, 36, 39, 41], v katerih med kationom barvila in polioksietilensko skupino tenzida delujejo elektrostatske privlačne sile. V primeru neionskega tenzida TX-100, ki vsebuje fenilno skupino, bogato z elektroni, ta dodatno sodeluje pri tvorbi privlačnih interakcij z elektronsko deficitarnim barvilom [35, 39]. Prav tako sta Bhattacharya in Sarkar s sodelavci

*the aromatic ring of the dye also appeared. Van der Waals forces also participate between adjacent surfactant chains, where hydrophobic interactions are present, and the dye, which causes a change in the microenvironment of the dye chromophore. This can be seen in the bathochromic shift of the wavelength of the absorption maximum of the complex in comparison with the wavelength of the absorption maximum of the pure dye [9, 25, 26].*

*Göktürk and Tunçay [28] established that the cationic dye Safranin O binds stronger to sodium dodecyl sulphate compared to sodium dodecyl sulphonate. The reason for this is in the difference between the surfactant polar groups. The sulphur atom of the sulphonic group directly joins to the carbon atom of the hydrophobic chain, while the sulphur atom of the sulphate group joins to the carbon atom of hydrophobic chain via an oxygen atom. This structural difference has an essential influence on the surfactant tendency for complex formation.*

*Studies of dye-micelle interactions in solvent mixtures, achieved by Göktürk and Tunçay [28], showed that addition of methanol, dimethylformamide and 1,4-dioxane to water increases the c.m.c. of an ionic surfactant. This is reflected in the reduction of the binding degree of the dye to the micelle, due to an increase in the volumetric ratio of a cosolvent in the mixture.*

*Electrostatic repulsion acts strongly between dye ions and surfactant micelles of the same ionic charge, which prevents complex formation and thus, the solubilisation of the dye by the micelle is not possible [21, 22, 26, 27, 29, 31, 35–37]; however, very hydrophobic dyes are an exception. Attractive hydrophobic interactions, which act between the dye and the micelle, are stronger than electrostatic repulsion, and therefore, govern binding of the dye to micelles [27].*

### 3 Interactions between ionic dyes and nonionic surfactants

*Interactions between an ionic dye and a nonionic surfactant take place at a surfactant concentration higher than the c.m.c., which causes dye-micelle complex formation. However, interactions between dye ions and free molecules of a nonionic surfactant can be neglected [39].*

[21, 37] ugotovila, da se med kationskim barvilom in neionskim micelom tvorijo kompleksi v razmerju 1 : 1 ne glede na strukturo tenzida.

Jakost interakcij, ki je neposredno odvisna od strukture tenzida in barvila, narašča z naraščanjem hidrofobnosti tenzida [21, 28, 37]. Zvečanje ogljikovodikove verige v strukturi tenzida namreč poveča elektron donorsko kapaciteto tenzida zaradi induktivnega efekta, kar pogojuje nastanek kompleksa. Iz raziskave neionskih tenzidov Tween s kationskim barvilom je razvidno, da konstanta nastanka kompleksa barvilo-micel premo sorazmerno narašča z naraščajočo hidrofobno alkilno verigo tenzida in je obratno sorazmerna s c. m. c. Pomembnost hidrofobnih interakcij potrjuje tudi ugotovitev, da je konstanta vezanja kationskega barvila na neionski tenzid Tween 20, ki vključuje 20 oksietilenskih skupin, večja v primerjavi z neionskim tenzidom Brij 35, ki vključuje 23 oksietilenskih skupin. To je namreč v skladu z njuno hidrofobnostjo, ki je za Tween 20 večja kot za Brij 35 [28]. Čeprav lahko oba tenzida s končno hidroksilno skupino tvorita vodikove vezi s proučevanim barvilom Safranin O, pa iz rezultatov sledi, da so vodikove vezi pri tvorbi kompleksov manj pomembne [28]. Konstanta vezanja kationa barvila na micel neionskega tenzida narašča tudi z naraščanjem hidrofobnosti barvila [35]. Hkrati s tem bolj hidrofobno barvilo prodira globlje v jedro tenzida kot manj hidrofobno. Na sliki 2 so prikazane strukturne formule proučevanih neionskih tenzidov.

Göktürk in Tunçay [28] sta pri proučevanju vpliva dodatka sotopila v vodno raztopino kationskega barvila in micelov neionskega tenzida ugotovila, da dodatek sotopila vpliva na jakost interakcij kationsko barvilo-neionski micel. Prisotnost sotopila, kot so metanol, dimetilformamid in 1,4-dioksan, zmanjša stopnjo vezanja barvila v micel, ki se zmanjšuje z naraščajočo koncentracijo sotopila v mešanici z vodo. V mešanici vode in sotopila se namreč zmanjša polarnost topila v primerjavi z vodo, kar bistveno vpliva na zmanjšanje hidrofobnih interakcij pri tvorbi kompleksa. Težnja po interakcijah med ionskim barvilom in micelom neionskega tenzida in s tem povezana stabilnost kompleksa padata z naraščanjem temperature raztopine [27, 37, 47].

## 4 Interakcije med neionskim barvilom in ionskim/neionskim tenzidom

Neionsko barvilo je v vodi slabo topno. Za povečanje njegove topnosti v vodi dodajamo v barvalno kopel tenzid. Tenzid pri koncentracijah, višjih od c. m. c., povzroči spontano raztapljanje neionskega barvila v micel tenzida. Pri tem se tvori termodinamsko stabilen sistem. Solubilizacijo neionskega barvila v micel omogočajo hidrofobne, charge-transfer in elektrostatske interakcije. Reakcije solubilizacije neionskega barvila v micel ionskega ali neionskega tenzida lahko zapišemo z naslednjimi ravnotežnimi enačbami:

Micellisation of a nonionic surfactant as well as binding of a dye ion to a nonionic micelle can be illustrated by the following equilibrium reactions: (Equations 7, 8 and 9),

where  $N$  and  $M$  are a molecule and a micelle of a nonionic surfactant,  $MB^-$  and  $MB^+$  are complexes between an ionic dye and a nonionic micelle and  $K_{MB}$  is the constant for ionic dye–nonionic micelle complex formation.

From the use of different methods, like NMR, UV-VIS spectrophotometry, potentiometry, viscosimetry, density and surface tension, it can be seen that complex formation between a dye anion and a nonionic micelle is mainly governed by hydrophobic interactions, compared to complex formation between a dye cation and a nonionic micelle, which is governed by hydrophobic and charge-transfer or donor-acceptor interactions [21–29, 31, 32, 35–37, 39–51]. In these complexes, the cationic dye group acts as an electron acceptor, whereas the polyoxyethylene group of a nonionic surfactant acts as an electron donor. If the anionic dye contains substituents, which might form positive charges in the excited state, then charge-transfer interactions will also appear [22, 23]. The dye in its excited state acts as an electron acceptor and the nonionic surfactant as an electron donor.

In general, the strength of interactions between dye anions or dye cations and the micelle of a nonionic surfactant is stronger in comparison with an ionic micelle of the opposite charge [21, 28, 37]. This means that the nonionic surfactant is a more favourable microenvironment for the ionic dye than the ionic micelle of the opposite charge.

The strength of interactions increases with increasing surfactant hydrophilicity and dye hydrophobicity [27, 44, 45, 49]. It has been stated that the binding constant of an anionic dye to a surfactant micelle increases with increasing polyoxyethylene group length of the surfactant [44, 49]. This can be explained with the microenvironment of the micelle. If a nonionic surfactant includes a longer polyoxyethylene chain, then the microenvironment of the micelle will be more favourable for binding the polar dye than the microenvironment of the nonionic micelle with a shorter polyoxyethylene chain. In the series of cationic  $N$ -alkyl styryl pyridin-



kjer je  $B$  molekula neionskega barvila,  $BM^{+n}$ ,  $BM^{-n}$  in  $BM$  kompleksi med neionskim barvilom in ionskim oziroma neionskim micelom.

Raziskave s področja interakcij neionsko barvilo-ionski tenzid oziroma neionsko barvilo-neionski tenzid so opravljene pretežno na modelnih barvilih, kot so naftalen, piren in fenantren. Izsledki raziskav solubilizacije neionskih barvil v micel tenzida kažejo, da se neionsko barvilo lahko vključi v hidrofobno področje micela, tj. v njegovo notranjost, ali pa ostaja adsorbirano na medfazi micela, tj. v njegovi hidrofilni plasti [52–60]. Mesto v micelu, na katero se veže neionsko barvilo, je odvisno od strukture barvila in tenzida [52]. Polarna spojina se solubilizira v hidrofilni del micela, nepolarna spojina pa v hidrofobni del micela [53, 54]. Torej, manjša ko je polarnost spojine in večja ko je njena hidrofobna skupina, lažje spojina prehaja iz vodne v micelarno fazo [53]. Stopnja solubilizacije je odvisna od strukture barvila in tenzida, ionske narave micelov in koncentracije tenzida [52, 56]. Manjše molekule barvila se lažje solubilizirajo kot večje molekule [52]. Z zvišanjem koncentracije tenzida se povečuje količina solubilizirane snovi. To je tudi razumljivo, saj je s povečanjem koncentracije tenzida v raztopini prisotnih več micelov, ki so sposobni solubilizirati netopne snovi [54]. V splošnem kažejo kationski tenzidi s kvarterno amonijevo skupino manjšo sposobnost solubilizacije v primerjavi z neionskimi tenzidi z enako dolžino hidrofobne verige. Povečanje hidrofobnosti ionske skupine kationskega tenzida, tj. vključitev etilne ali benzilne skupine, povzroči povečanje solubilizacijske sposobnosti kationskega tenzida [55]. V primeru, da neionsko barvilo v svoji strukturi vključuje substituent, ki zaradi prehoda v vzbujeno stanje omogočijo nastanek ionskega centra na barvilu, pa ostaja barvilo adsorbirano le na medfazi neionskega micela [23]. Količina snovi, ki se solubilizira, je odvisna od koncentracije tenzida.

Schwuger in von Rybinski [54] sta v raziskavi vpliva dodatka polietilenglikola ali polivinilpirolidona v vodno raztopino anionskega tenzida natrijevega dodecilsulfata (SDS) in v vodi slabo topnega barvila Orange OT ugotovila, da se solubilizacija barvila v micel tenzida SDS povečuje z dodatkom polimera. Polimer povzroči, da poteče solubilizacija barvila Orange OT že pri koncentracijah tenzida SDS, nižjih od c. m. c. Ugotovljeno je, da imajo kompleksi polimer-SDS podobne lastnosti kot miceli SDS in zato kažejo podoben učinek solubilizacije kot raztopine čistega tenzida SDS. Mejna koncentracija mešanice polimer/SDS, pri kateri poteče solubilizacija barvila Orange OT, je veliko nižja od c. m. c. tenzida SDS. Na mejno koncentracijo vplivata tako struktura ionskega tenzida kot dodatek elektrolita, saj se s povečanjem dolžine hidrofobne verige

ium dyes, the binding constant of a dye to the nonionic micelle of Triton X-100 (TX100) increases with increasing alkyl chain length, when bound to the cationic dye nitrophenol [45]. With anionic azo dyes, the binding constant increases with increasing alkyl group length, when bound to the benzene ring of the chromophore [49]. The binding constant of complex formation decreases with increasing hydrophobicity of an anionic dye due to the increasing number of sulphonic groups in the dye structure [38, 44, 46].

Stevenson and co-workers [49] proved that the structure of an anionic dye influenced not only the strength of interactions, but also the way the dye bound to the nonionic micelle. Jocić, Oakes and Gratton [42, 46] stated that a dye anion, due to the presence of an anionic polar sulphonic group, does not solubilise in the nonpolar micellar core, but resides close to the polyoxyethylene chains and partially penetrates into the hydrophobic region of the micelle. Substituents, bound to the dye chromophore, dictate the depth of the dye penetration. The anionic dye–nonionic micelle complex formation increases with increasing hydrophobicity of the *p*-substituents of dye, in the following order:  $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 > -\text{CH}_3 > -\text{Cl} > -\text{H} > -\text{OCH}_3$ . However, complex formation decreases if the *p*-substituents include  $-\text{SO}_3^-$  and  $-\text{COO}^-$  [46].

From the results of spectrophotometric measurements obtained by Dakiky, Dutta and co-workers [25, 27], it can be seen that the dye penetrates into the micelle further from the surface of the micelle and resides in the nonpolar micellar core in anionic dye–nonionic micelle complexes compared to cationic micelles, where the dye resides at the surface of the micelle. This may be the reason why the effect of a nonionic surfactant micelle on the dye spectra is greater than that obtained for a cationic micelle.

Cationic dyes form complexes with nonionic micelles in aqueous media [21, 27, 29, 35, 36, 39, 41] due to attractive electrostatic interactions, which act between dye cations and the polyoxyethylene groups of a nonionic surfactant. If the nonionic surfactant contains an electron-rich phenyl group, like TX100, the phenyl group of the nonionic surfactant can additionally contribute to the formation of attractive forces with an electron-poor dye [35, 39]. Likewise, Bhat-

anionskega tenzida za eno  $-\text{CH}_2$  skupino in z dodatkom elektroлита v raztopino polimer-anionski tenzid solubilizacija barvila Orange OT poveča.

Paria in Yuet [56] sta z raziskavo solubilizacije naftalena v kationski in kationsko-neionski micel ugotovila, da hidrofobne interakcije omogočajo solubilizacijo naftalena v notranjost kationskega micela, elektrostatske interakcije, ki potečejo med  $\pi$ -elektroni naftalena in pozitivnim nabojem tenzida, pa tudi na medfazo kationskega micela [55]. Solubilizacija naftalena je odvisna od dolžine alkilne verige kationskega tenzida. Kationski tenzid z daljšo alkilno verigo ima večje micelarno agregacijsko število in s tem večje področje znotraj micela, na katerem lahko poteče solubilizacija naftalena. Do enakih sklepov so prišli tudi pri proučevanju solubilizacije drugih organskih spojin v micel kationskega tenzida [53]. Na solubilizacijo naftalena vpliva tudi ionska aktivnost tenzida. Dokazano je, da poteče solubilizacija naftalena le v jedro anionskega micela, medtem ko solubilizacija v neionski micel ni odvisna od dolžine polioksietilenskih enot neionskega tenzida [56].

V vodnih raztopinah ionskega in neionskega tenzida, v katerih je koncentracija ionskega tenzida višja od c. m. c., koncentracija neionskega pa nižja od c. m. c. ali obratno, prihaja do tvorbe mešanih micelov. Delež posameznega tenzida v mešanem micelu je odvisen od koncentracije tenzida. Solubilizacija neionskega barvila v mešani micel, sestavljen iz ionskega in neionskega tenzida, je odvisna od strukture barvila, ionske narave tenzida in od molskega deleža posameznega tenzida v mešanem micelu. Pri mešanih micelih, ki vključujejo kationski in neionski tenzid ali anionski in neionski tenzid, poteče solubilizacija naftalena pri nižji koncentraciji tenzida v primerjavi z enokomponentnim tenzidom [56]. V mešanem micelu, sestavljenem iz ionskega in neionskega tenzida, neionski tenzid delno zasenči naboj in s tem zniža adsorpcijo. V mešanem kationsko-neionskem micelu so molekule bolj tesno zložene zaradi zmanjšane elektrostatske odboja med kationskimi skupinami tenzida, kar pripomore k zmanjšanju solubilizacijske sposobnosti [60].

Zhou, Zhao in sodelavci [57, 58] so z raziskavo solubilizacije pirena in fenantrena v mešani anionsko-neionski micel ugotovili, da solubilizacija pirena in fenantrena v mešani anionsko-neionski micel narašča z dolžino polioksietilenske verige neionskega tenzida oziroma z naraščanjem njegove HLB-vrednosti. Dokazali so, da količina solubiliziranega fenantrena v mešani anionsko-neionski micel narašča z naraščanjem molskega deleža neionskega tenzida oziroma pada, ko je molski delež neionskega tenzida višji od 0,9 [58].

Dar in Zhou sta skupaj s sodelavci [55, 59] proučevala solubilizacijo policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAHs) v mešanih micel. Ugotovila sta, da ima ekvimolarna dvokomponentna mešanica kationskega in neionskega tenzida večjo solubilizacijsko sposobnost kot kationski tenzid, neionski tenzid ali mešanica dveh kationskih tenzidov, saj solubilizacija narašča z naraščanjem



tacharya and Sarkar [21, 37] found out that 1 : 1 complexes between cationic dyes and nonionic micelles are formed irrespective of the dye structure.

The strength of interactions, which is directly affected by the dye and surfactant structures, increases with increasing surfactant hydrophobicity [21, 28, 37]. By elongation of the hydrocarbonium chain of the surfactant, the electron donor capacity of the surfactant increases due to an inductive effect, which governs complex formation. From the studies between the nonionic surfactant Tween and a cationic dye, it can be seen that the equilibrium constants for the dye-micelle complex are directly proportional to the carbon number of the Tween and inversely proportional to the c.m.c of the surfactant. From the binding constants, the significance of hydrophobic interactions is stated. The binding constant of the cationic dye-Tween 20 nonionic micelle, which includes 20 polyoxyethylene units, is bigger compared to the binding constant of the cationic dye-Brij 35 nonionic micelle, which includes 23 polyoxyethylene units. Values of the binding constants are in compliance with surfactant hydrophobicity, which is bigger for Tween 20 than for Brij 35 [28]. The results showed that hydrogen bonding is not significant for complex formation, even though both surfactants form H-bonds with the studied dye Safranin-O [28]. The binding constant of the cationic dye-nonionic micelle increases with increasing dye hydrophobicity [35]. A more hydrophobic dye penetrates deeper into the micellar core than a less hydrophobic one. The structural formulae of the nonionic surfactants studied are shown in Figure 2.

Göktürk and Tunçay [28] ascertained that the addition of a cosolvent to an aqueous solution of a cationic dye and micelles of a nonionic surfactant showed a significant influence on the strength of cationic dye-nonionic micelle interactions. The presence of a cosolvent, such as methanol, dimethylformamide and 1,4-dioxane, reduces the binding degree of the dye to the micelle, which diminished with increasing cosolvent concentration in the water mixture. The solvent polarity is reduced in water-cosolvent mixtures compared to water, which may cause

hidrofobnega značaja PAHs. Trikomponentne mešanice tenzidov, sestavljene iz dveh kationskih tenzidov in enega neionskega tenzida, imajo manjšo solubilizacijsko sposobnost od dvokomponentne mešanice, sestavljene iz kationskega in neionskega tenzida, vendar višjo od dvokomponentne mešanice, sestavljene iz dveh kationskih tenzidov. [55]. Pri proučevanju solubilizacije PAHs v mešani anionsko-neionski micel je ugotovljeno, da dodatek neionskega tenzida Triton X-405 (TX-405) poveča sposobnost solubilizacije anionskega tenzida SDS za PAHs ne glede na sestavo raztopine, medtem ko dodatek SDS v raztopino TX-405 poveča solubilizacijo PAHs v raztopino TX-405 le pri določeni sestavi raztopine. [59]

## 5 Interakcije med ionskim barvilom in ionskim tenzidom v prisotnosti neionskega tenzida

Raziskave, ki vključujejo študij medmolekulskih interakcij v vodni raztopini barvila in dveh tenzidov, so kljub svoji veliki tehnološki pomembnosti redke. Vzrok za to je prav gotovo v kompleksnosti trikomponentnega sistema, v katerem lahko delujejo tako interakcije med barvilom in tenzidom kot tudi med dvema tenzidoma. Ravnotežne reakcije, s katerimi opišemo te interakcije ne glede na njihovo jakost, so:



kjer je  $\kappa_{MT}$  konstanta nastanka kompleksa ionski tenzid-micel neionskega tenzida,  $MBT$  kompleks, ki se tvori pri vezanju kompleksa  $BT$  v micel neionskega tenzida, in  $K_{MBT}$  konstanta nastanka kompleksa  $MBT$ .

Le malo je eksperimentalnih metod, ki bi bile primerne za proučevanje interakcij barvilo-tenzid v trikomponentnih sistemih. Med njimi naj poudarimo UV-VIS-spektroskopijo [61–67] in potenciometrijo [17, 18, 67]. Pri spektrofotometričnih meritvah se zaradi interakcij med barvilom in tenzidom v spektru barvila spremeni vrednost absorbance in tudi valovna dolžina absorpcijskega maksimuma. Vzrok za to je nastanek obarvanega kompleksa barvilo-tenzid, ki ima drugačne lastnosti kot prosti ioni barvila v raztopini. Pri potenciometričnih meritvah lahko nastanek kompleksa med barvilom in tenzidom določimo na podlagi rezultatov meritev napetosti galvanskega člana, pri čemer uporabimo ionoselektivno membransko elektrodo.

*a reduction in hydrophobic interactions when complexes are formed.*

*The tendency of ionic dye–nonionic micelle interactions and the stability of the complex as well decrease with increasing temperature of the solution [27, 37, 47].*

#### 4 Interactions between nonionic dyes and ionic/nonionic surfactants

*Since nonionic dyes are poorly soluble in water, the addition of surfactant in the dye bath is needed to improve solubility. Surfactants, at concentrations higher than the c.m.c., are able to spontaneously dissolve nonionic dyes by reversible interaction with the micelle of the surfactant in a solvent to form a thermodynamically stable system. Solubilisation of a nonionic dye by micelles is governed by hydrophobic, charge-transfer and electrostatic interactions. Solubilisation of a nonionic dye by an ionic or nonionic micelle can be described with the following equilibria equations: (Equations 10, 11 and 12),*

*where B is a molecule of a nonionic dye and  $BM^+$ ,  $BM^-$  and  $BM$  are the complexes between a nonionic dye and an ionic or nonionic micelle.*

*Studies of nonionic dye–ionic surfactants and nonionic dye–nonionic surfactants are predominantly done with model dyes, such as naphthalene, pyrene and phenanthrene. Studies of the solubilisation of nonionic dyes by surfactant micelles showed that a nonionic dye can incorporate into the hydrophobic region of the micelle, i.e. its inner core, or adsorb in the micelle–water interface, i.e. its hydrophilic layer [52–60]. The location in the micelle where a nonionic dye will be placed is dependent upon the structure of both the dye and the surfactant [52]. Polar compounds solubilise into the hydrophilic region, but non-polar compounds solubilise into the hydrophobic region of the micelle [53, 54]. The weaker the compound polarity and the longer the hydrophobic chain of solubilised molecule, the easier the transfer of the compound from the aqueous phase to the micelle phase will be [53]. Solubilisation power is dependent upon the surfactant and dye structures, the ion-*

Simončič in Kert [17, 67] sta s potenciometričnimi titracijami, ki so bile izvedene v mešanici anionskega barvila C.I. Acid Red 88 (AR88) in kationskega tenzida dodeciltrimetilamonijevega bromida (DTA) brez neionskega tenzida TX-100 in v njegovi prisotnosti, dokazali, da dodatek tenzida TX-100 pri koncentracijah, večjih od c. m. c., povzroči znižanje konstante nastanka kompleksa AR88-DTA. To pomeni, da se stabilnost kompleksa med barvilom AR88 in tenzidom DTA zmanjša v prisotnosti micelov tenzida TX-100 v primerjavi z dvokomponentnim sistemom, v katerem tenzid TX-100 ni prisoten. Znižanje vrednosti konstante nastanka kompleksa AR88-DTA je neposredno povezano z interakcijami AR88 in DTA z neionskimi miceli tenzida TX-100, ki istočasno potekajo v raztopini in so protitež interakcijam med AR88 in DTA. Iz rezultatov je tudi razvidno, da tenzid TX-100 neposredno vpliva na hidrofilno-hidrofobno ravnotežje kompleksov in da se kompleksi AR88-DTA lahko solubilizirajo v micelle tenzida TX-100.

Izsledke potenciometričnih raziskav sta potrdili Akbaş in Kartal, ki sta interakcije med barvili in tenzidi v trikomponentnih sistemih proučevali spektrofotometrično [61–63]. Iz spektrov barvila C.I. Reactive Orange 16 (RO16) sta razbrali, da se z naraščajočo koncentracijo neionskega tenzida alkil poli(oksietilen) etra v raztopini barvila RO16 in kationskega tenzida dodecilpiridinijevega klorida (DPC) zvišuje absorbanca barvila. Vzrok za zvišanje absorbanca sta pripisali znižanju stabilnosti kompleksov med RO16 in DPC v prisotnosti neionskih micelov. Podobne rezultate sta dobili tudi, ko sta v raztopino RO16 dodali mešanico anionskega tenzida natrijevega dodecilsulfata in neionskega tenzida alkil poli(oksietilen) etra. Rezultati spektrofotometričnih meritev so tudi pokazali, da zvišanje temperature ne vpliva na absorbanco barvila v trikomponentni mešanici. Vzrok za to je zmanjšanje polarnosti polioksietilenske verige pri višji temperaturi. Znižanje polarnosti polioksietilenske verige neionskega tenzida vpliva na zmanjšanje hidrofilnih interakcij, ki so v ravnotežju s hidrofobnimi interakcijami, tj. interakcijami med alkilnimi verigami barvila in anionskega tenzida.

Pojav solubilizacije anionskega barvila v micel neionskega tenzida je s spektrofotometrično metodo potrdil tudi Oakes [65]. Ugotovil je, da dodatek neionskega tenzida v raztopino, v kateri sta prisotna azobarvilo in kationski tenzid, vpliva na zvišanje intenzitete celotnega spektra za 30–40 %. Iz tega je sklepal, da v raztopini nastanejo mešani miceli, v katere se vključi barvilo. Zvišanje absorbanca je pripisal solubilizaciji barvila, ki poteče v mešanem micelu.

Simončič in Kert [18] sta s proučevanjem vpliva strukture barvila in tenzida na jakost interakcij anionsko barvilo-kationski tenzid v prisotnosti micelov neionskega tenzida s potenciometrično metodo ugotovili, da povečanje hidrofobnosti barvila ali kationskega tenzida vpliva na zvečanje jakosti interakcij kationski tenzid-micel neionskega tenzida v dvokomponentnem sistemu oziroma zvečanje jakosti interakcij anionsko barvilo-kationski tenzid v trikomponentnem sistemu. Na jakost interakcij anionsko barvilo-kationski tenzid vpliva tudi struktura neionskega tenzida. Z zvečanjem

ic activity of the micelle and the surfactant concentration [52, 56]. Smaller molecules solubilise more readily in micellar solution than bigger ones [52]. The amount of solubilised compound in the surfactant micelle increases with increasing surfactant concentration. This is understandable, since at higher surfactant concentrations, more micelles are present, which are able to solubilise the insoluble substances [54]. In general, cationic surfactants with quaternary ammonium head groups, exhibited lower solubilisation capacity than nonionic surfactants of the same hydrophobic chain length. An increase in the hydrophobicity of the head groups by incorporation of ethyl or benzyl groups enhanced the solubilisation capacity of cationic surfactants [55]. When the nonionic surfactant includes substituents in its structure that enable the formation of an ionic centre on the dye due to its transfer into the excited state, the dye resides in the nonionic micelle interface [23]. The amount of solubilised substance is dependent on the surfactant concentration.

In the study of the influence of the addition of polyethylene glycol and polyvinylpyrrolidone to aqueous solution of the anionic surfactant sodium dodecyl sulphate and the poorly soluble dye Orange OT by Schwuger and von Rybinski [54], it was found that the solubilisation of the dye by the SDS micelle increases with the addition of a polymer. The latter causes solubilisation of Orange OT by SDS at concentrations lower than the c.m.c. of SDS. It has been stated that the polymer-SDS complexes have similar characteristics as SDS micelles. However, polymer-SDS complexes showed the same solubilisation effect as the pure SDS surfactant solution. The concentration limit of the polymer-SDS mixture at which solubilisation of Orange OT occurs is much lower than the c.m.c. of SDS. It is affected by the ionic surfactant structure and the addition of an electrolyte. Solubilisation of Orange OT dye increases with the increasing length of the surfactant hydrophobic group for one  $-CH_2$  group as well as by the addition of an electrolyte to the polymer-anionic surfactant solution. Paria and Yuet [56] established, with the study of solubilisation of naphthalene by cationic and cationic-nonionic micelles, that naphthalene molecules solubilise into the interior of a cationic

HLB-vrednosti neionskega tenzida narašča težnja po tvorbi kompleksov kationski tenzid-micel neionskega tenzida, posledica tega pa je znižanje težnje po tvorbi kompleksov anionsko barvilo-kationski tenzid v trikomponentnem sistemu.

## 6 Zaključki

Na podlagi pregleda raziskav lahko ugotovimo naslednje:

- jakost interakcij barvilo-tenzid se povečuje z naraščanjem hidrofobnosti tenzida in barvila,
- razvejanost strukture tenzida otežuje tesno zblizanje ionov barvila in tenzida, kar vpliva na znižanje jakosti interakcij barvilo-tenzid,
- interakcije med barvilom in micelom tenzida omogočajo solubilizacijo barvila v micel,
- mesto vključitve barvila v micel je odvisno od strukture barvila in tenzida,
- ionsko barvilo se veže v hidrofilno področje micela, neionsko barvilo pa v hidrofobno področje micela,
- dodatek neionskega tenzida v raztopino barvila in tenzida nasprotnega naboja zniža jakost interakcij barvilo-tenzid,
- z naraščanjem HLB-vrednosti neionskega tenzida narašča težnja po tvorbi kompleksov tenzid-tenzid, posledica tega pa je znižanje težnje po tvorbi kompleksov barvilo-tenzid,
- miceli neionskega tenzida so sposobni solubilizirati komplekse barvilo-tenzid,
- dodatek elektrolita zmanjša jakost interakcij med ionskim barvilom in tenzidom nasprotnega naboja,
- povišanje temperature vpliva na zmanjšanje jakosti interakcij barvilo-tenzid in
- dodatek sotopila v raztopino barvila in tenzida zniža jakost njihovih interakcij.

Iz tega lahko zaključimo, da je pri izbiri tenzida kot egalizirnega sredstva treba upoštevati vse dejavnike, ki lahko vplivajo na jakost interakcij barvilo-tenzid, saj bo le v tem primeru doseženo enakomerno obarvanje tekstilnih vlaken.

## 7 Literatura

1. DATYNER, A. *Surfactants in textile processing*. New York; Basel, Marcel Dekker Inc., 1983, str. 77–105.
2. AKBAŞ, H., KARTAL, Ç. Conductometric studies of the interaction of C.I. Reactive Orange 16 with cationic alkyltrimethylammonium bromide surfactants. *Dyes and Pigments*, 2007, vol. 72, no. 3, str. 383–386.
3. BRAČKO, S., ŠPAN, J. Conductometric investigation of dye-surfactant ion pair formation in aqueous solution. *Dyes and Pigments*, 2000, vol. 45, no. 2, str. 97–102.

onic micelle by hydrophobic interactions, but they can also adsorb at the interface of the cationic micelle due to electrostatic interactions between the  $\pi$ -electrons of naphthalene and the positive charge of the surfactant [55]. Solubilisation of naphthalene depends upon the length of the alkyl chain of a cationic surfactant. Cationic surfactants with longer alkyl chains have larger micellar aggregation numbers, which provide a larger micellar core region for solubilising naphthalene molecules. The same was confirmed by studies of the solubilisation of other organic compounds by cationic micelles [53]. Solubilisation of naphthalene is also affected by the ionic activity of the surfactant. It was proven that the solubilisation of naphthalene by an anionic micelle occurs only in its core, but solubilisation of naphthalene by a nonionic micelle is not governed by the length of the polyoxyethylene units of a nonionic surfactant [56].

In aqueous solutions of an ionic and a nonionic surfactant, where the concentration of ionic surfactant is higher than the c.m.c. and the nonionic surfactant lower than the c.m.c. or the inverse, mixed micelles can be formed. The proportion of an individual surfactant in a mixed micelle depends on the surfactant concentration. Solubilisation of a nonionic dye by an ionic-nonionic mixed micelle depends upon the dye structure, the ionic activity of the surfactant and the molar fraction of the individual surfactants in the mixed micelle. Naphthalene solubilises in cationic-nonionic or anionic-nonionic mixed surfactants at lower surfactant concentrations than in the pure surfactants [56]. In the mixture of cationic and nonionic surfactants, the nonionic surfactant partly shields the charges of the micelle, hence reducing the adsorption. The surfactant molecules are more closely packed in a mixed cationic-nonionic micelle due to a reduction in electrostatic repulsion among surfactant heads, which may also help to reduce micellar solubilisation [60].

Zhou, Zhao and co-workers [57, 58] established, with the study of the solubilisation of pyrene and phenantrene by anionic-nonionic mixed micelles, that solubilisation increases with the length of the polyoxyethylene chain of a nonionic surfactant and its HLB value, respectively. They proved that the amount of solu-

4. BRAČKO, S., ŠPAN, J. Anionic dye-cationic surfactant interactions in water-ethanol mixed solvent. *Dyes and Pigments*, 2001, vol. 50, no. 1, str. 77–84.
5. DUTTA, R. K., BHAT, S. N. Dye-surfactant interaction in submicellar concentration range. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 1992, vol. 65, no. 4, str. 1089–1095.
6. DUTTA, R. K., BHAT, S. N. Interaction of Methyl Orange with submicellar cationic surfactants. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 1993, vol. 66, no. 9, str. 2457–2460.
7. FORTE TAVČER, P., ŠPAN, J. Dye-surfactant interactions studied using Job's method. *Textile Research Journal*, 1999, vol. 69, no. 4, str. 278–284.
8. FORTE TAVČER, P. Interactions between some anionic dyes and cationic surfactants with different alkyl chain length studied by the method of continuous variations. *Dyes and Pigments*, 2004, vol. 63, no. 2, str. 181–189.
9. GÖKTÜRK, S. Effect of hydrophobicity on micellar binding of carminic acid. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 2005, vol. 169, no. 2, str. 115–121.
10. GHOREISHI, SM., NOOSHABADI, MS. Electromotive force studies about some dyes-cationic surfactants interactions in aqueous solutions. *Dyes and Pigments*, 2005, vol. 65, no. 2, str. 117–123.
11. KERT, M., SIMONČIČ, B. Determination of interactions in anionic dye-cationic surfactant and cationic surfactant-nonionic surfactant systems. *2nd. International Textile, Clothing & Design Conference – Magic World of Textiles: book of proceedings*, 2004, Dubrovnik, str. 714–719.
12. KHAN, MN. SARWAR, A. Study of dye-surfactant interaction: Aggregation and dissolution of yellowish in N-dodecyl pyridinium chloride. *Fluid Phase Equilibria*, 2006, vol. 239, no. 2, str. 166–171.
13. NEUMANN, MG., GEHLEN, MH. The interaction of cationic dyes with anionic surfactants in the pre-micellar region. *Journal of Colloid and Interface Science*, 1990, vol. 135, no. 1, str. 209–217.
14. PEREIRA, RV., GEHLEN, MH. Fluorescence of acridinic dyes in anionic surfactant solution. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2005, vol. 61, no. 13–14, str. 2926–2932.
15. SIMONČIČ, B., ŠPAN, J. A study of dye-surfactant interactions. Part 1. Effect of chemical structure of acid dyes and surfactants on the complex formation. *Dyes and Pigments*, 1998, vol. 36, no. 1, str. 1–14.
16. SIMONČIČ, B., ŠPAN, J. A study of dye-surfactant interactions. Part 3. Thermodynamics of the association of C. I. Acid Orange 7 and cetylpyridinium chloride in aqueous solutions. *Dyes and Pigments*, 2000, vol. 46, no. 1, str. 1–8.
17. SIMONČIČ, B., KERT, M. Thermodynamics of anionic dye-cationic surfactant interactions in cationic-nonionic surfac-

bilised phenantrene by an anionic-nonionic micelle increases with increasing molar fraction of a nonionic surfactant, but decreases at a molar fraction larger than 0.9 [58].

Dar and Zhou together with co-workers [55, 59] studied the solubilisation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) by mixed micelles. They established that an equimolar binary mixture of a cationic and a nonionic surfactant better facilitates solubilisation than pure cationic, nonionic, or cationic-cationic mixtures, which increased with increasing hydrophobic character of PAHs. However, cationic-cationic-nonionic ternary mixtures showed lower solubilising efficiency than their binary cationic-nonionic counterparts, but higher than the cationic-cationic combinations [55]. Studies on the solubilisation of PAHs by mixed anionic-nonionic micelles showed that the addition of the nonionic surfactant Triton X-405 (TX405) increases the solubilisation capability of SDS for PAHs in any solution composition, while addition of SDS to TX405 in a certain solution composition range can also increase PAH solubilisation in a TX405 solution [59].

### 5 Interactions between ionic dyes and ionic surfactants in the presence of nonionic surfactants

Investigations, including studies of intermolecular interactions in aqueous solutions, of a dye and two surfactants, are still rare despite their huge technological meaning. The cause for this lies in the complexity of the three component system, where interactions between the dye and surfactant as well as interactions between two surfactants can act. Equilibrium reactions that describe the strength of these are as follows: (Equations 1, 7, 8, 13 and 14),

where  $\kappa_{MT}$  is the constant for ionic surfactant-nonionic micelle,  $M_{BT}$  is the complex formed by binding of the BT complex to the nonionic micelle and  $K_{MBT}$  is the constant for MBT complex formation.

Only a few experimental methods are suitable for studying dye-surfactant interactions in ternary systems. Among them, UV-VIS spectroscopy [61–67] and potentiometry [17, 18, 67] should be emphasized. With spectrophotomet-

tant mixtures in comparison with binary systems. *Dyes and Pigments*, 2006, vol. 71, no. 1, str. 43–53.

18. SIMONČIČ, B., KERT, M. Influence of the chemical structure of dyes and surfactants on their interactions in binary and ternary mixture. *Dyes and Pigments*, 2008 vol. 76, no. 1, str.104–112.
19. SIMONČIČ, B., KOVAČ, F. A study of dye-surfactant interactions. Part 2. The effect of purity of a commercial cationic azo dye on dye-surfactant complex formation. *Dyes and Pigments*, 1998, vol. 40, no. 1, str. 1–9.
20. BEHERA, PK., MOHAPATRA, S., PATEL, S., MISHRA, BK. Dye-surfactant interaction: solubilization of styryl pyridinium dyes of varying alkyl chain in alfa-olefinic sulfonate and linear alkyl benzene sulfonate solutions. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 2005, vol. 169, no. 3, str. 253–260.
21. BHATTACHARYA, SC., DAS, H., MOULIK, SP. Visible and fluorescence spectral studies on the interaction of safranin T with surfactant micelles. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 1993, vol. 74, no. 2–3, str. 239–245.
22. BHOWMIK, BB., GANGULY, P. Photophysics of xanthene dyes in surfactant solution. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2005, vol. 61, no. 9, str. 1997–2003.
23. BHOWMIK, BB., GANGULY, P. Photophysical studies of some dyes in aqueous solution of Triton X-100. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2005, vol. 62, no. 4–5, str. 808–813.
24. DAKIKY, M., KHAMIS, M., MANASSRA, A., TAKROURI, K. Effect of surfactants on the thermodynamic properties of Methyl Orange dye in buffered solutions. *Coloration Technology*, 2002, vol. 118, no. 4, str. 191–197.
25. DAKIKY, M., NEMCOVA, I. Aggregation of o,o' - Dihydroxy azo dyes III. Effect of cationic, anionic and non-ionic surfactants on the electronic spectra of 2-hydroxy-5-nitrophenylazo-4-[3-methyl-1-(4"-sulfophenyl)-5-pyrazolone]. *Dyes and Pigments*, 2000, vol. 44, no. 3, str. 181–193.
26. DAKIKY, M., MANASSRA, A., KAREEM, M. A., JUMEAN, F., KHAMIS, M. Acid alizarin violet interactions with surfactants: ionization and thermodynamic parameters in buffered cationic, anionic and nonionic surfactant solutions. *Dyes and Pigments*, 2004, vol. 63, no. 1, str. 101–113.
27. DUTTA, RK., BHAT, SN. Interaction of phenazinium dyes and methyl orange with micelles of various charge types. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 1996, vol. 106, no. 2–3, str. 127–134.
28. GÖKTÜRK, S., TUNÇAY, M. Spectral studies of safranin-O in different surfactant solutions. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2003, vol. 59, no. 8, str. 1857–1866.

ric measurements, the change in both the value of the absorbance and the wavelength of the absorption maximum in the absorption spectra of the dye can be detected due to interactions between the dye and surfactant. This is because the dye-surfactant complex formation has different characteristics than free dye ions in the solution. With potentiometric measurements, complex formation between the dye and the surfactant can be determined from electromotive force measurements, carried out by the use of an ion-selective membrane electrode.

Potentiometric titrations, carried out on the mixture of the anionic dye C.I. Acid Red 88 (AR88) and the cationic surfactant dodecyltrimethylammonium bromide (DTA) in the presence or absence of the nonionic surfactant TX100 by Simončič and Kert [17, 67], showed that addition of TX100 at concentrations higher than the c.m.c. causes a decrease in the constant for AR88-DTA complex formation. The stability of the complex between the AR88 dye and DTA surfactant is reduced in the presence of TX100 micelles, compared to the binary system, where TX100 is not present. The decrease in the value of the constant of AR88-DTA complex formation is directly connected to interactions between AR88 and DTA with TX100 nonionic micelles, which simultaneously act in the solution and present a counter-balance to interactions between AR88 and DTA. From the results, it can be concluded that the TX100 surfactant directly influences the hydrophilic-hydrophobic balance of the complex, and that AR88-DTA complexes are solubilised into TX100 micelles.

The results of potentiometric studies were also confirmed by Akbaş and Kartal [61–63]. They studied interactions between dyes and surfactants in ternary systems by the use of spectrophotometry. From the absorption spectra of the dye C.I. Reactive Orange 16 (RO16), they showed that the absorbance of the dye increases with increasing concentration of the nonionic surfactant alkyl polyoxyethylene ether in the solution of the RO16 dye and the cationic surfactant dodecylpyridinium chloride (DPC). The cause for increased absorbency was ascribed to the reduction of the stability of the complex between RO16 and DPC in the presence of noni-

29. KUNDU, S., PANIGRAHI, S., PAL, A., GHOSH, SK., NAT, S., PRAHARAJ, S., BASU, S., in PAL, T. Dye-micelle aggregate formation for effective photobleaching. *Dyes and Pigments*, 2006, vol. 69, no. 3, str. 177–184.
30. MISHRA, A., BEHERA, RK., MISHRA, BK., BEHERA, GB. Dye-surfactant interaction: chain folding during solubilization of styryl pyridinium dyes in sodium dodecyl sulfate aggregates. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 1999, vol. 121, no. 1, str. 63–73.
31. MOULIK, SP., GHOSH, S., DAS, AR. Interaction of acridine orange monohydrochloride dye with sodiumdodecylsulfate (SDS), cetyltrimethylammoniumbromide (CTAB) and p-tert-octylphenoxypolyoxy ethanol (Triton X 100) surfactants. *Colloid and Polymer Science*, 1979, vol. 257, no. 6, str. 645–655.
32. NEMCOVÁ, I., ČERMÁKOVÁ, L. Interactions of surfactants and organic spectrophotometric reagents. *Tenside Surfactants Detergents*, 1994, vol. 31, no. 5, str. 331–336.
33. NOWICKA, G., NOWICKI, W. Interaction of rhodamine dye with anionic surfactants. *Journal de chimie physique et de physico-chimie biologique*, 1994, vol. 91, no. 2, str. 247–257.
34. OAKES, J., GRATTON, P. Solubilisation of dyes by surfactant micelles. Part 2: Molecular interactions of azo dyes with cationic and zwitterionic surfactants. *Coloration Technology*, 2003, vol. 119, no. 2, str. 100–107.
35. PAL, P., ZENG, H., DUROCHER, G., GIRARD, D., GIASON, R., BLANCHARD, L., GABOURY, L., VILLENEUVE, L. Spectroscopic and photophysical properties of some new rhodamine derivatives in cationic, anionic and neutral micelles. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 1996, vol. 98, no. 1–2, str. 65–72.
36. ROHATGI-MUKHERJEE, KK., CHAUDHURI, R., BHOWMIK, BB. Molecular interaction of phenosafranin with surfactants and its photogalvanic effect. *Journal of Colloid and Interface Science*, 1985, vol. 106, no. 1, str. 45–50.
37. SARKAR, M., PODDAR, S. Spectral studies of methyl violet in aqueous solutions of different surfactants in supermicellar concentration region. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 1999, vol. 55, no. 9, str. 1737–1742.
38. SHAH, SS., KHAN, MS., ULLAH, H., AWAN, MA. Solubilization of amphiphilic hemicyanine dyes by a cationic surfactant, cetyltrimethylammonium bromide. *Journal of Colloid and Interface Science*, 1997, vol. 186, no. 2, str. 382–386.
39. PRAMANICK, D., MUKHERJEE, D. Molecular interaction of methylene blue with Triton X-100 in reverse micellar media. *Journal of Colloid and Interface Science*, 1993, vol. 157, no. 1, str. 131–134.
40. CRAVEN, BR., DATYNER, A. The interaction between some acid dyes and nonylphenol-ethylene oxide derivatives III – A discussion of possible modes of interaction. *Journal of the So-*

onic micelles. Very similar results were obtained with the addition of the anionic surfactant sodium dodecyl sulphate and the nonionic surfactant alkyl polyoxyethylene ether to the RO16 solution. The results of spectrophotometric measurements showed that the increased temperature does not affect dye absorption in the ternary mixture. The cause for that lies in the reduction of the polarity of the polyoxyethylene chain at increased temperature. The decrease in polarity of the nonionic surfactant polyoxyethylene chain influences the decrease in hydrophilic interactions, which are in balance with hydrophobic interactions, i.e. interactions between alkyl chains of the dye and anionic surfactant.

Solubilisation of an anionic dye by nonionic micelles was spectrophotometrically confirmed by Oakes [65]. He found out that the addition of a nonionic surfactant to the solution of an azo dye and a cationic surfactant causes an increase in the intensity of the dye spectra by 30–40%. From that he concluded that mixed micelles are formed in the solution and the dye incorporates into them. The enhancement of the absorbency was ascribed to dye solubilisation, which occurs in mixed micelles.

Simončič and Kert [18] studied the influence of both dye and surfactant structure on the strength of anionic dye-cationic surfactant interactions in the presence of nonionic micelles by the use of potentiometry. They established that the increase in the hydrophobicity of the dye and surfactant causes an enhancement of both the cationic surfactant-nonionic micelle interaction in the binary system and anionic dye-cationic surfactant in the ternary system. The structure of the nonionic surfactant also influences the anionic dye-cationic surfactant interactions. Increasing the HLB value of the nonionic surfactant increases the tendency for cationic surfactant-nonionic micelle formation, but decreases the tendency for anionic dye-cationic surfactant formation in the ternary system.

## 6 Conclusion

In compliance with the results obtained in several studies, the following can be concluded:

- ciety of Dyers and Colourists, 1967, vol. 83, no. 2, str. 41–43.
41. JANA, AK., RAJAVENII, S. Studies on the molecular interaction of phenazine dyes with Triton X-100. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2004, vol. 60, no. 8–9, str. 2093–2097.
  42. JOČIĆ, D. Conductivity measurement – A simple method for determining dye/surfactant interaction. *Textile Research Journal*, 1995, vol. 65, no. 7, str. 409–416.
  43. JOČIĆ, D., TRAJKOVIĆ, R., JOVANČIĆ, P. Uticaj nejonskog tenzida na stanje anjonskih boja u rastvoru. *Tekstilna industrija*, 1991, no. 1–2, str. 30–36.
  44. KARMAKAR, SR., PATEL, SG., PANDYA, NR. Interaction of non-ionic surfactants with some acid dyes. *Indian Journal of Textile Research*, 1989, vol. 14, str. 93–97.
  45. MISHRA, A., BEHERA, PK., BEHERA, RK., MISHRA, BK., BEHERA, GB. Interaction of N-alkyl styryl pyridinium dyes with TX-100 in aqueous medium: Role of the alkyl chain during solubilization. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 1998, vol. 116, no. 1, str. 79–84.
  46. OAKES, J., GRATTON, P. Solubilisation of dyes by surfactant micelles. Part 1: Molecular interactions of azo dyes with nonionic and anionic surfactants. *Coloration Technology*, 2003, vol. 119, no. 2, str. 91–99.
  47. NAVARRO, A., SANZ, F. Chemical interaction between nonionic surfactants and an acid dye. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2001, vol. 237, no. 1, str. 1–5.
  48. NEMOTO, Y., FUNAHASHI, H. The interaction between acid dye and nonionic surfactant. *Journal of Colloid and Interface Science*, 1977, vol. 62, no. 1, str. 95–100.
  49. STEVENSON, DM., DUFF, DG., KIRKWOOD, DJ. The behaviour of dyes in aqueous solutions Part II – Anionic dye – nonionic surfactant interactions. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, 1981, vol. 97, no. 1, str. 13–17.
  50. TANAKA, F., HARADA, Y., TODOROKI, N., ARATONO, M., MOTOMURA, K. Interaction of sodium 4'-(butylamino)azobenzene-4-sulfonate with 2-(octylsulfinyl)ethanol in adsorbed film and micelle. *Bulleting of the Chemical Society of Japan*, 1993, vol. 66, no. 7, str. 1929–1933.
  51. TANAKA, F., HARADA, Y., IKEDA, N., ARATONO, M., MOTOMURA, K. Interaction of sodium 4'-(butylamino)azobenzene-4-sulfonate with octyl methyl sulfoxide in adsorbed film and micelle. *Bulleting of the Chemical Society of Japan*, 1994, vol. 67, no. 9, str. 2378–2382.
  52. CHOI, TS, SHIMIZU, Y., SHIRAI, H., HAMADA, K. Solubilization of disperse dyes in cationic gemini surfactant micelles. *Dyes and Pigments*, vol. 45, no. 2, str. 145–152.
  53. XI-LIAN, W., BAO-LIN, Y., JIE, L., DE-ZHI, S. Solubilisation and transfer free energy of some organic compounds from bulk aqueous phase to micelle of a new type of surfactant. *Jo-*

- the strength of dye-surfactant interactions increases with increasing hydrophobicity of the surfactant and dye;
- branched surfactant structure prevents close junctions between the dye and surfactant ions, which might influence the reduction of the strength of dye-surfactant interactions;
- solubilisation of the dye by surfactant micelles is governed by interactions between the species;
- the structure of the dye and surfactant dictate the location in the micelle where the dye will be placed;
- an ionic dye is incorporated in the hydrophilic region of the micelle, but a nonionic dye is incorporated in the hydrophobic region of the micelle;
- the addition of a nonionic surfactant to the solution of a dye and surfactant of opposite charges decreases the strength of the dye-surfactant interactions;
- by increasing the HLB value of a nonionic surfactant, the tendency for surfactant-surfactant complex formation is increased, which causes a reduction in the tendency for dye-surfactant complex formation;
- dye-surfactant complexes are solubilised by micelles of a nonionic surfactant;
- the strength of interactions between dye ions and surfactant ions of opposite charges is reduced by the addition of an electrolyte to the solution;
- increased temperature causes a decrease in the strength of the dye-surfactant interactions;
- the strength of dye-surfactant interactions decreases with the addition of a cosolvent to the dye-surfactant solution.

According to the facts obtained, it can be concluded that all of the factors that can influence the strength of dye-surfactant interactions should be considered when a surfactant is selected as a levelling agent. It is only in this way that evenly dyed textile fibres will be achieved.

- urnal of Dispersion Science and Technology*, 2005, vol. 26, no. 6, str. 659–663.
54. SCHWUGER, MJ., von RYBINSKI, W. Zadrževanje prelaženja bojila u pranu tekstila. *Tekstil*, 2002, vol. 51, no. 12, str. 561–569.
  55. DAR, AA., RATHER, GM., DAS, AR. Mixed micelle formation and solubilization behavior toward polycyclic aromatic hydrocarbons of binary and ternary cationic–nonionic surfactant mixtures. *Journal of Physical Chemistry B*, 2007, vol. 111, no. 12, str. 3122–3132.
  56. PARIJA, S., YUET, PK. Solubilization of Naphthalene by pure and mixed surfactants. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 2006, vol. 45, no. 10, str. 3552–3558.
  57. ZHOU, W., ZHU, L. Solubilization of pyrene by anionic–nonionic mixed surfactants. *Journal of Hazardous Materials*, 2004, vol. 109, no.1–3, str. 213–220.
  58. ZHAO, B., ZHU, L., LI, W., CHEN, B. Solubilization and biodegradation of phenanthrene in mixed anionic–nonionic surfactant solutions. *Chemosphere*, 2005, vol. 58, no.1, str. 33–40.
  59. ZHOU, W., ZHU, L. Solubilization of polycyclic aromatic hydrocarbons by anionic–nonionic mixed surfactant. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2005, vol. 255, no. 1–3, str. 145–152.
  60. ABE, A., IMAE, T., IKEDA, S. Solubilization properties of aqueous solutions of alkyltrimethylammonium halides toward a water insoluble dye. *Colloid and Polymer Science*, 1987, vol. 265, no. 7, str. 637–645.
  61. AKBAŞ, H., KARTAL, Ç. Spectrophotometric studies of anionic dye-cationic surfactant interactions in mixture of cationic and nonionic surfactants. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2005, vol. 61, no. 5, str. 961–966.
  62. AKBAŞ, H., KARTAL, Ç. Erratum to “Spectrophotometric studies of anionic dye-cationic surfactant interactions in mixture of cationic and nonionic surfactants”. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2006, vol. 65, no. 5, str. 1241–1242.
  63. KARTAL, Ç., AKBAŞ, H. Study on the interaction of anionic dye–nonionic surfactants in a mixture of anionic and nonionic surfactants by absorption spectroscopy. *Dyes and Pigments*, 2005, vol. 65, no. 3, str. 191–195.
  64. BHATTACHARYA, SC., DAS, HT., MOULIK, SP. Quenching of fluorescence of 2-anthracene sulphonate by cetylpyridinium chloride in micellar solutions of Tweens, Triton X-100, sodium dedecylsulphate (SDS) and cetyltrimethylammonium bromide (CTAB). *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 1993, vol. 71, no. 3, str. 257–262.
  65. OAKES, J., GRATTON, P., DIXON, S. Solubilisation of dyes by surfactant micelles. Part 3: A spectroscopic study of azo



- dyes in surfactant solutions. *Coloration Technology*, 2003, vol. 119, no. 5, str. 301–306.
66. UCHIYAMA, H., TOKUOKA, Y., ABE, M., OGINO, K. Solubilization of oil-soluble azo dye by anionic-nonionic mixed surfactants in aqueous solution, II. *Journal of Colloid and Interface Science*, 1989, vol. 132, no. 1, str. 88–93.
67. SIMONČIČ, B., KERT, M. A study of anionic dye-cationic surfactant interactions in mixtures of cationic and nonionic surfactants. *Dyes and Pigments*, 2002, vol. 54, no. 3, str. 221–237.

*Determination of the efficiency of antimicrobial finishing on the textiles in accordance with SIST standards*

Professional Paper

Received August 2007 • Accepted September 2007

### Abstract

*In this paper the standard methods for determination of the efficiency of antimicrobial finishing on textiles are presented and the standards published by the Slovenian Institute for Standardization (SIST) are emphasized. They include quantitative and qualitative tests for determination of antibacterial efficiency of biocides as well as biostates present on textile, and for determination of the resistance of cellulose-containing textiles to microorganisms in soil. A description of standard methods includes their applicability with respect to the mechanism of the finish antimicrobial activity and the used microorganisms, the principle of method performance and the result evaluation.*

*Key words: standard methods, Slovene standard, antibacterial efficiency, antimicrobial finishing, microorganisms.*

---

Vodilni avtor/Corresponding Author:  
**dr. Barbara Simončič**  
 tel.: +386 1 200 32 31  
 e-mail: barbara.simoncic@ntf.uni-lj.si

---

Barbara Simončič, Brigita Tomšič  
 Oddelek za tekstilstvo, Naravoslovnotehniška  
 fakulteta, Univerza v Ljubljani

## Določitev učinkovitosti protimikrobne apreture na tekstilijah v skladu s SIST-standardi

### Strokovni članek

Poslano avgust 2007 • Sprejeto september 2007

### Izvleček

V prispevku so predstavljene standardne metode za določitev učinkovitosti protimikrobne apreture na tekstilijah s poudarkom na tistih, ki jih je izdal Slovenski inštitut za standardizacijo (SIST). Vključujejo kvantitativne in kvalitativne teste za ugotavljanje protibakterijske učinkovitosti biocidov, kot tudi biostatov na blagu ter določitev odpornosti tekstilij, ki vsebujejo celulozo, proti mikroorganizmom prisotnih v zemlji. Opisani so uporabnost metod glede na mehanizem delovanja protimikrobnega sredstva in uporabljene mikroorganizme, princip izvedbe testa ter način vrednotenja rezultatov.

**Ključne besede:** standardne metode, slovenski standard, protibakterijska učinkovitost, protimikrobna apretura, mikroorganizmi.

### 1 Uvod

Protimikrobna apretura je postala nepogrešljiva pri proizvodnji funkcionalnih, varnih in udobnih tekstilnih izdelkov z zaščitnimi lastnostmi. Uporablja se za oblačilne, dekorativne, medicinske, tehnične in specialne tekstilije. Njena vloga je tako zaščititi uporabnika pred bakterijami, glivami, insekti in pršicami iz estetskih, higienskih in medicinskih vzrokov kot tudi zaščititi tekstilijo pred biorazgradnjo zaradi plesnenja ali gnitja. S protimikrobno zaščito lahko popolnoma preprečimo rast mikroorganizmov ali pa le zmanjšamo hitrost in stopnjo njihove rasti na tekstilijah. To dosežemo z nanosom različnih klasičnih [1–5] ali sodobnih [6–10] protimikrobnih sredstev, ki se med seboj razli-

kujejo po kemični strukturi, delovanju, učinkovitosti in trajnosti, vplivu na ljudi in okolje.

Glede na mehanizem protimikrobnega delovanja delimo sredstva na biocide in biostate [11–13]. Biocidi (baktericidi, fungicidi in insekticidi) niso kemijsko vezani na vlakna in se ob prisotnosti zadostne količine vlage pod ustreznimi pogoji iz njih sproščajo. Sproščeno sredstvo se lahko absorbira v celice mikroorganizmov in jih kemično uniči z zastrupitvijo, prekinitvijo življenjskih procesov ali s povzročitvijo smrtonosnih mutacij. Biocidi so učinkoviti, če je njihova koncentracija dovolj visoka, da lahko povzroči uničenje mikroorganizmov. Biostati (bakteriostati in fungistati) so sredstva, ki se kemijsko vežejo na tekstilna vlakna in na njihovi površini oblikujejo „biobariero“ za mikroorganizme. Protimikrobno delujejo le v neposrednem stiku tekstilije z mikroorganizmi, kar vpliva na zmanjšanje hitrosti in stopnje njihove rasti.

Za določitev aktivnosti protimikrobne apreture na tekstilnih vlaknih se v praksi uporabljajo različne kvalitativne in kvantitativne standardne metode. Njihova izbira je odvisna od mehanizma delovanja protimikrobnega sredstva kot tudi od tega, za katere mikroorganizme želimo določiti njegovo učinkovitost. Kot rezultat lahko podamo oceno zmanjšanja rasti mikroorganizmov ali poškodbe vlaken.

## 2 SIST-standardi

Slovenski inštitut za standardizacijo (SIST) je za določitev kakovosti protimikrobne apreture na tekstilijah izdal štiri standarde, in sicer [14–17]:

- SIST EN ISO 20743:2007, Tekstilije – Ugotavljanje protibakterijske aktivnosti na izdelkih s protibakterijsko apreturo;
- SIST EN ISO 20645:2005, Ploskovne tekstilije – Določitev protibakterijskega delovanja – Preskus na plošči, prekriti z agarjem;
- SIST EN ISO 11721-1:2001, Tekstilije – Ugotavljanje odpornosti tekstilij, ki vsebujejo celulozo, proti mikroorganizmom – Preskus z zemljo – 1. del: Ocena apreture zaviranja gnitja;
- SIST EN ISO 11721-2:2003, Tekstilije – Ugotavljanje odpornosti tekstilij, ki vsebujejo celulozo, proti mikroorganizmom – Preskus z zakopavanjem v zemljo – 2. del: Prepoznavanje dolgotrajne odpornosti apretur proti gnitju.

### 2.1 SIST EN ISO 20743:2007, Tekstilije – Ugotavljanje protibakterijske aktivnosti na izdelkih s protibakterijsko apreturo

Standard je primeren za določitev učinkovitosti protimikrobne apreture za različne bakterije. Obsega tri metode, in sicer z absorpcijo (absorption method), prenosom (transfer method) in odtisom (printing method). Metode so kvantitativne in ustrezne za ugotavljanje protibakterijske učinkovitosti tako biocidov kot biostatov. Metoda z absorpcijo je primerena za ploskovne tekstilije, prejo in prediva, metoda s prenosom in metoda z odtisom pa le za ploskovne tekstilije. Metoda z absorpcijo je primerljiva z ameriškim standardom AATCC 100-1999 [18].

Izvedba testa vključuje pripravo prekonočne kulture, bakterijskega cepiva in vzorcev, cepljenje bakterij na vzorec, štetje bakterijskih kolonij na agarplošči in vrednotenje protibakterijske učinkovitosti.

#### Priprava prekonočne kulture

Standard predpisuje uporabo dveh bakterijskih vrst, grampozitivne *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) in gramnegativne *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 4352). Lahko se uporabijo tudi druge bakterijske vrste iz mikrobnih zbirk mednarodne organizacije WFCC (World federation for culture collection). Prekonočno kulturo pripravimo tako, da v hranljivi medij cepimo trajno zamrznjeno kulturo in ob nehnem stresanju inkubiramo pri zahtevanih pogojih (slika 1). Nato prekonočno kulturo precepimo in ponovno inkubiramo.

#### Priprava bakterijskega cepiva

Bakterijsko cepivo pripravimo iz prekonočne kulture z ustreznim redčenjem s hranljivim medijem do zahtevane koncentracije. Koncentracijo bakterij določimo spektrofotometrično pri valovni dolžini 600 nm ali denziometrično po McFarlandovi skali.

#### Priprava vzorcev

Pripravimo dve paralelki po šest vzorcev, tri neapretirane in tri apretirane. Velikost oziroma masa vzorcev je pri vsaki metodi natančno opredeljena. Vzorce je treba predhodno sterilizirati z avtoklaviranjem ali drugo ustrežno metodo.

#### Cepljenje bakterij na vzorec

Cepljenje bakterij na vzorec je faza, v kateri se metode med seboj razlikujejo. Pri metodi z absorpcijo dve paralelki vzorcev prelijemo z ustre-



Slika 1: Priprava prekonočne kulture.



Slika 2: Cepljenje bakterij na vzorec.



Slika 3: Inkubacija vzorcev.

znim volumnom bakterijskega cepiva (slika 2). Nato prvo paralelko vzorcev takoj (čas „0“) prelijemo z nevtralizacijsko tekočino, drugo paralelko vzorcev pa inkubiramo določen čas (čas „t“) pri zahtevanih pogojih (slika 3). Po inkubaciji tudi drugo paralelko prelijemo z nevtralizacijsko raztopino. Namen nevtralizacije je deaktiviranje biocida v raztopini.

Pri *metodi s prenosom* pripravimo 12 agarplošč, na katere razmažemo določeno količino bakterijskega cepiva in pustimo, da se le-to absorbira v agar. Obe paralelki vzorcev položimo na agarplošče in jih za določen čas obtežimo. Vzorce nato prenesemo v sterilne stekleničke tako, da je stran vzorca, ki je bila v stiku z bakterijami, obrnjena navzgor. Prvo paralelko vzorcev takoj (čas „0“) prelijemo z nevtralizacijsko tekočino, drugo paralelko vzorcev pa inkubiramo določen čas (čas „t“) pri zahtevanih pogojih in šele nato nevtraliziramo.

Pri *metodi z odtisom* bakterijsko tekočino prefiltriramo skozi poseben filterpapir. Po filtraciji previdno odstranimo filterpapir z bakterijami in ga položimo na vrtljivo mizico „printing“ aparata. Nanj damo vzorec in ga ob filterpapir pritisnemo z določeno silo. Vrtljivo mizico nato obrnemo za 180° in po zahtevanem času vzorec odstranimo. Tako naredimo za vse vzorce. Sledi nevtralizacija prve paralelke vzorcev (čas „0“) ter inkubacija (čas „t“) in nevtralizacija druge paralelke vzorcev na enak način kot pri prejšnjih dveh metodah.

#### Štetje bakterijskih kolonij na agarplošči

Po prelitju vzorcev z nevtralizacijsko tekočino (slika 4) se ti določen čas intenzivno stresajo. Raztopino nato ustrezno razredčimo (slika 5) in jo razmažemo na agarploščo (slika 6), ki jo inkubiramo določen čas pri ustreznih pogojih. Za vsak vzorec pripravimo dve agarplošči. Po inkubaciji preštejemo bakterijske kolonije, ki so zrasle na hranljivem agarju (slika 7). Njihovo število mora biti v območju od 30 do 300 bakterijskih kolonij. Če je število bakterijskih kolonij premajhno ali preveliko, je treba poiskati ustreznejši faktor redčenja.

#### Vrednotenje protibakterijske učinkovitosti

V primeru metode z absorpcijo in metode s prenosom določimo protibakterijsko učinkovitost,  $A$ , po naslednji enačbi:

$$A = F - G \quad (1)$$



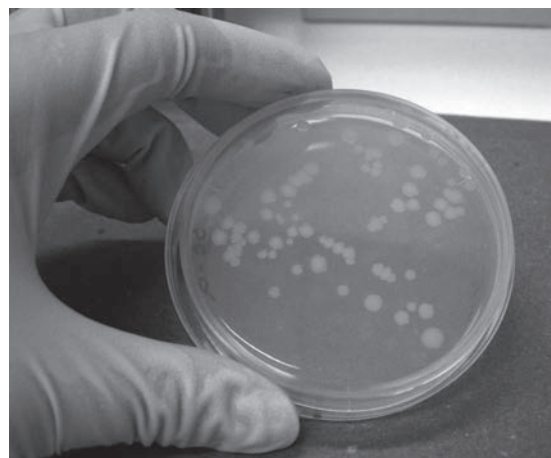
Slika 4: Prelitje vzorcev z nevtralizacijsko tekočino.



Slika 5: Redčenje.



Slika 6: Mazanje ustrezne razredčine po hranljivem agarju.



Slika 7: Bakterijske kolonije, ki so zrastle na hranljivem agarju.

kjer je  $F$  vrednost rasti bakterij na neapretiranem vzorcu in  $G$  vrednost rasti bakterij na vzorcu, apretiranem s protimikrobno apreturo. Vrednosti  $F$  in  $G$  sta določeni kot:

$$F = \lg C_t - \lg C_0 \quad (2)$$

in

$$G = \lg T_t - \lg T_0 \quad (3)$$

kjer je  $C_t$  povprečno število bakterijskih kolonij na neapretiranem vzorcu po „t“-urni inkubaciji,  $C_0$  povprečno število bakterijskih kolonij na neapretiranem vzorcu po času „0“,  $T_t$  število bakterijskih kolonij na vzorcu, apretiranem s protimikrobno

apreturo, po „t“-urni inkubaciji in  $T_0$  število bakterijskih kolonij na vzorcu, apretiranem s protimikrobno apreturo, po času „0“.

Pri metodi z odtisom uporabimo za določitev protimikrobne aktivnosti,  $A$ , naslednjo enačbo:

$$A = \lg C_t - \lg T_t \quad (4)$$

kjer je  $C_t$  povprečno število bakterij na neapretiranem vzorcu po „t“-urni inkubaciji in  $T_t$  povprečno število bakterij na vzorcu, apretiranem s protimikrobno apreturo, po „t“-urni inkubaciji.

Pomembni slabosti vseh treh metod sta njihova dolgotrajnost (3 dni) in nepredvidljivost. Uspešnost izvedbe testa je namreč vidna šele zadnji dan eksperimenta, zanj pa morajo biti izpolnjeni vsi naslednji pogoji:

- koncentracija bakterij v bakterijskem cepivu mora biti v koncentracijskem območju, ki je določeno za vsako metodo posebej,
- razlika v številu bakterij na neapretiranem vzorcu med tremi ponovitvami po času „0“ ne sme presegati vrednosti  $\lg \leq 1$  in
- vrednost  $F$  mora biti v območju  $\geq 0,5$ .

Prav tako standard za nobeno od metod ne postavlja meril za dobro oziroma slabo protibakterijsko učinkovitost protimikrobnega sredstva. Tej pomankljivosti se izognemo tako, da si pomagamo s standardom JIS L 1902:2002 [19], po katerem se protibakterijska učinkovitost vrednoti na enak način, vrednosti pa so razvrščene v štiri razrede, in sicer:

- $< 0,0$  rast, nezadovoljiva protibakterijska učinkovitost,
- $0,0-1,0$  nepomembna redukcija, nezadovoljiva protibakterijska učinkovitost,
- $1,0-2,0$  zmerna redukcija, protibakterijska učinkovitost je zadostna le za določene nanose,
- $\geq 2,0$  močna redukcija, dobra protibakterijska učinkovitost.

Prednost metod je kvantitativno vrednotenje rezultatov in s tem lažja določitev uporabnosti apretiranih tekstilij. Tako se npr. za tekstilije v medicini, kjer obstaja velika možnost prenosa patogenih mikroorganizmov s človeka na človeka, zahteva visoka bakterijska redukcija, medtem ko je za tekstilije, ki se uporabljajo za šport in prosti čas, zadovoljiva že zmerna redukcija.

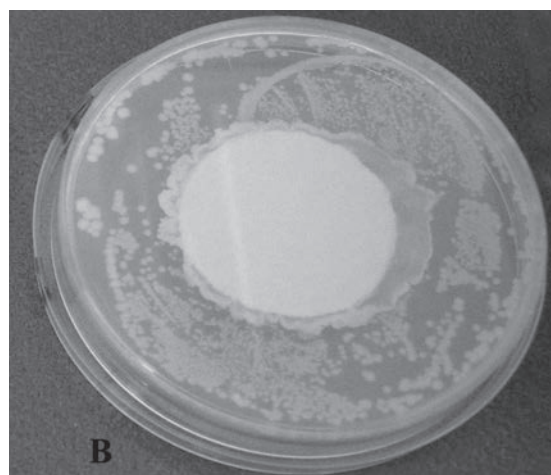
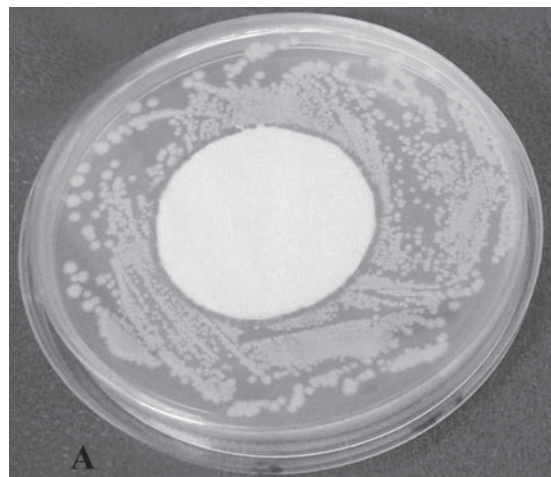
## 2.2 SIST EN ISO 20645:2005, Ploskovne tekstilije

### – Določitev protibakterijskega delovanja – Preskus na plošči, prekrti z agarjem

Metoda je namenjena ugotavljanju protibakterijske učinkovitosti biocidov, ki se iz tekstilnega substrata izlužijo, na splošno pa se uporablja tudi za podajanje kvalitativne ocene protibakterijske aktivnosti biostatov. Primerljiva je z metodo vzporednih črt po ameriškem standardu AATCC 147- 1998 [20]. Njena izvedba je hitra in enostavna ter zajema naslednje korake: pripravo bakterijskega cepiva, agarplošč in vzorcev, vzpostavitev stika med vzorcem in bakterijami, inkubacijo vzorcev in vrednotenje protibakterijske učinkovitosti.

#### Priprava bakterijskega cepiva

Standard predpisuje tri testne bakterijske vrste, in sicer gramnegativni *Escherichia coli* (ATCC 11229) in *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 4352) ter grampo-



Slika 8: Vzorec pripravljen za vrednotenje protibakterijske učinkovitosti.

zitivno *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538). Bakterijsko cepivo ustrezne koncentracije pripravimo iz prekonočne kulture na enak način kot pri standardu SIST EN ISO 20743:2007.

#### Priprava agarplošč

Pripravimo dvoplastne agarplošče. V petrijevko najprej nalijemo agar in pustimo, da se strdi. Tako oblikujemo spodnjo plast. V agar za zgornjo plast cepimo bakterijsko cepivo, dobro premešamo, vlijemo na spodnjo plast agarja in pustimo, da se strdi. Cepljene agarplošče uporabimo v roku ene ure.

#### Priprava vzorcev

Neapretirani vzorec in vzorec, apretiran s protimikrobno apreturo, izrežemo v obliki kroga. Za vsak

vzorec pripravimo štiri paralelke. Predhodna sterilizacija vzorcev ni potrebna.

*Vzpostavitev stika med vzorcem in bakterijami ter inkubacija*

Vzorec previdno položimo na agarploščo tako, da je celotna površina vzorca v stiku z agarjem (slika 8). Po potrebi lahko vzorec tudi obtežimo s sterilnim stekelcem. Petrijevke zapremo in določen čas inkubiramo pri ustreznih pogojih.

*Vrednotenje protibakterijske učinkovitosti*

Ocena protibakterijske učinkovitosti vključuje oceno rasti bakterij na območju, kjer se je vzorec stikal s hranljivim agarjem, in določitev velikosti cone inhibicije,  $H$  – to je področja na agarplošči ob vzorcju, kjer bakterije niso zrasle (preglednica 1). Vrednost  $H$  določimo iz enačbe:

$$H = \frac{D - d}{2} \quad (5)$$

kjer je  $D$  celoten premer vzorca in cone inhibicije v mm ter  $d$  premer vzorca v mm. Po določitvi cone inhibicije preiskovani vzorec odstranimo z agarplošče in z mikroskopom pod 20-kratno povečavo

pregledamo območje na agarplošči, kjer se je vzorec stikal s hranljivim agarjem, ter ocenimo rasti bakterij.

*2.3 SIST EN ISO 11721-1:2001, Tekstilije – Ugotavljanje odpornosti tekstilij, ki vsebujejo celulozo, proti mikroorganizmom – Preskus z zemljo – 1. del: Ocena apreture zaviranja gnitja*  
Preskus z zemljo se uporablja za določitev odpornosti tekstilij, ki vsebujejo celulozo, proti mikroorganizmom, prisotnim v zemlji. Primeren je za ploske tekstilije, ki so med uporabo v stiku z zemljo, kot so npr. šotori, ponjave, geotekstilije itd. Metoda je primerjalna. Z njo opišemo razliko med odpornostjo kemijsko obdelanih, na primer apretiranih, in neobdelanih tekstilij. Zagotavlja dobro ponovljivost rezultatov, vendar pa ne poda absolutnih vrednosti. Izvedba preskusa z zemljo obsega: pripravo testne zemlje in vzorca, zakop vzorca v zemljo in vrednotenje odpornosti testiranega vzorca proti gnitju.

*Priprava testne zemlje*

Uporabimo tržno humusno ilovico. Vsebnost vode v zemlji mora biti enaka  $60 \pm 5$  % maksimalne kapacitete vode, ki jo zemlja lahko sprejme. Tako maksi-

*Preglednica 1: Ocena protibakterijske učinkovitost po standardu SIST EN ISO 20645:2005.*

H (mm)	Rast bakterij <sup>a)</sup>	Opis	Ocena
> 1	ni	H je večji od 1 mm, ni rasti <sup>b)</sup>	dobra učinkovitost
1 – 0	ni	H ne presega 1 mm, ni rasti <sup>b)</sup> (slika 8A)	
0	ni	brez cone inhibicije, ni rasti <sup>c)</sup>	
0	šibka	brez cone inhibicije, „skoraj ni rasti“ – prisotne le nekatere omejene kolonije, njihova rast skoraj popolnoma zatrta	učinkovitost na meji
0	zmerna	brez cone inhibicije, 50 % redukcija rasti bakterij v primerjavi s neapretiranim vzorcem <sup>d)</sup>	nezadostna učinkovitost
0	visoka	brez cone inhibicije, v primerjavi z neapretiranim vzorcem ni redukcije rasti bakterij oziroma le rahlo zmanjšana (slika 8B)	

<sup>a)</sup> Rast bakterij na hranljivem agarju pod vzorcem.

<sup>b)</sup> Velika cona inhibicije je lahko posledica slabe vezave protimikrobnega sredstva na vzorec.

<sup>c)</sup> Neporaščenost vzorca brez cone inhibicije je lahko posledica slabe difuzije protimikrobnega sredstva, kar pa ne pomeni, da le to ni učinkovito.

<sup>d)</sup> Pri redukciji rasti bakterij se upošteva tako število kolonij kot tudi njihova velikost.



Slika 9: Testni (a) in kontrolni (b) vzorec pred (A) in po devetdnevni inkubaciji v zemlji (B).

malno kapaciteto vode kot tudi količino vode, ki jo je treba dodati za doseganje zahtevane vlažnosti, moramo določiti predhodno. Konstantno vsebnost vode v zemlji vzdržujemo s pršenjem.

#### Priprava vzorcev

Za vsak testni apretirani vzorec odrežemo 20 trakov v smeri osnove, 10 trakov za merjenje pretržne trdnosti pred zakopom in 10 trakov za merjenje pretržne trdnosti po zakopu. V primeru mešanice celuloznih vlaken z drugimi vlakni odrežemo trakove v tisti smeri, v kateri so zastopana 100 % celulozna vlakna. Za določitev časa zakopa moramo ob testnih vzorcih pripraviti še najmanj 20 kontrolnih neapretiranih vzorcev. Vzorcev pred testom ne steriliziramo.

#### Zakop vzorcev v zemljo

V zemljo zakopljemo 10 trakov testnega vzorca in najmanj 20 trakov kontrolnega vzorca. Zakopljemo

jih na dve različni mesti v določeni globini in dovolj narazen. Pri ustreznih pogojih jih inkubiramo tako dolgo, dokler kontrolni vzorec ne izgubi 80 % začetne pretržne trdnosti (slika 9). V primeru, da 80 % redukcije pretržne trdnosti kontrolnega vzorca ne dosežemo v obdobju 9 dni, je treba ponoviti test v mikrobiološko bolj pestri zemlji. Po končanem obdobju zakopa vzorce previdno speremo pod tekočo vodo, jih potopimo v etanol in posušimo v sušilniku.

#### Vrednotenje odpornosti vzorcev proti gnitju

Odpornost vzorcev proti gnitju ocenimo kot redukcijo pretržne trdnosti,  $q$ , ki jo določimo na podlagi meritev pretržne sile v skladu s standardom SIST EN ISO 13934-1:1999 [21]. Pretržno silo vzorcev podamo kot povprečje desetih meritev. Vrednost  $q$  izračunamo iz naslednje enačbe:

$$q = \frac{F_Z}{F_N} \quad (6)$$

kjer je  $F_Z$  pretržna sila zakopanega vzorca in  $F_N$  pretržna sila nezakopanega vzorca. Zaščita proti gnitju je dobra, če je  $q_{H,M} > 0,75$ . Poleg vrednosti  $q$  podamo tudi vizualno oceno spremembe vzorca po zakopu, in sicer:

- spremembo barve,
- delno ali celotno odstranitev celuloznih vlaken v primeru mešanice,
- spremembo prepustnosti svetlobe in
- spremembo površine vzorca.

#### 4.4 SIST EN ISO 11721-2:2003, Tekstilije – Ugotavljanje odpornosti tekstilij, ki vsebujejo celulozo, proti mikroorganizmom – Preskus z zakopavanjem v zemljo – 2. del: Prepoznavanje dolgotrajne odpornosti apretur proti gnitju

S standardno metodo lahko določimo, kako dolgotrajne zaščitne lastnosti proti gnitju tekstilije nudi apretura. Na podlagi teh rezultatov lahko podamo oceno primernosti uporabe apretirane tkanine v vročih in vlažnih predelih.

Izvedba testa je enaka kot pri standardu SIST EN ISO 11721-1. Preiskovane vzorce zakopljemo v zemljo za toliko časa, dokler kontrolni vzorec ne izgubi 80 % začetne pretržne trdnosti. Ta čas označimo kot časovni interval  $f_1$ . Za določitev ocene trajnosti zaščitnih lastnosti apreture vzorce zakopljemo v zemljo za časovne intervale  $f_1, f_2$ , ki je enak  $2 \times f_1$ , in  $f_3$ , ki je enak  $4 \times f_1$ . Po končanem zakopu določimo pretržno silo vzorcev po standardu SIST EN ISO



13934-1:1999 in izračunamo redukcijo pretržne trdnosti,  $q$ , po enačbah:

$$qf_1 = \frac{F_{Z(f_1)}}{F_{N(f_1)}} \quad (7)$$

$$qf_2 = \frac{F_{Z(f_2)}}{F_{N(f_2)}} \quad (8)$$

$$qf_4 = \frac{F_{Z(f_4)}}{F_{N(f_4)}} \quad (9)$$

kjer so  $qf_1$ ,  $qf_2$  in  $qf_4$  redukcije pretržne trdnosti po zaključenih časovnih intervalih  $f_1$ ,  $f_2$  in  $f_4$ ,  $F_{Z(f_1)}$ ,  $F_{Z(f_2)}$  in  $F_{Z(f_4)}$  pretržne sile zakopanega vzorca po zaključenih časovnih intervalih  $f_1$ ,  $f_2$  in  $f_4$  ter  $F_{N(f_1)}$  pretržna sila nezakopanega vzorca po zaključenem časovnem intervalu  $f_1$ .

Ocena trajnosti zaščitnih lastnosti apreture se poda na podlagi ugotovitve, ali je po določenem časovnem intervalu zakopa vrednost  $q$  preiskovanega vzorca večja od 0,75, kar pomeni, da vzorec ni izgubil več kot 25 % začetne vrednosti pretržne sile. Tako je za doseg ocene „regularna dolgotrajna zaščitna lastnost apreture proti gnitju tekstilije“ treba doseči vrednost  $q > 0,75$  v časovnem intervalu  $f_1$ , za oceno „povečana dolgotrajna zaščitna lastnost apreture proti gnitju tekstilije“ pa vrednost  $q > 0,75$  v časovnem intervalu  $f_4$ .

## 5 Mikrobiološki testi, ki jih ne vključujejo SIST-standardi

Pri pregledu SIST-standardov smo ugotovili, da vanje še niso vključene nekatere metode, ki se pogosto uporabljajo za določitev protimikrobne učinkovitosti apreture. Med njimi naj izpostavimo dinamični stresalni test, ki se izvaja po standardu ASTM E 2148-01, in metodo določitve fungicidnega delovanja sredstev po standardih DIN 53931, AATCC 30-

2004, AATCC 90-1992, SN 195920, SN 195921 in ISO EN SB 14119:2003.

Dinamični stresalni test po standardu ASTM E 2148-01 [22] je primeren za določitev protibakterijske učinkovitosti apreture za štiri vrste bakterij, in sicer *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Streptococcus faecalis* (ATCC 29912), *Escherichia coli* (ATCC 25922) in *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853). Dinamični stresalni test izvedemo tako, da v plastične posodice s pokrovčkom zatehtamo določeno količino vzorca, prelijemo s pufrno raztopino, v kateri so bakterije določene koncentracije, nato pa posodice stresamo na stresalniku pri ustreznih pogojih. Po enominutnem in enournem stresanju odpipetiramo majhno količino pufrne raztopine z bakterijami, jo razredčimo in enakomerno razmažemo po površini hranljivega agarja. Po določenem času inkubacije preštujemo kolonije bakterij, ki so se razrasle po hranljivem agarju.

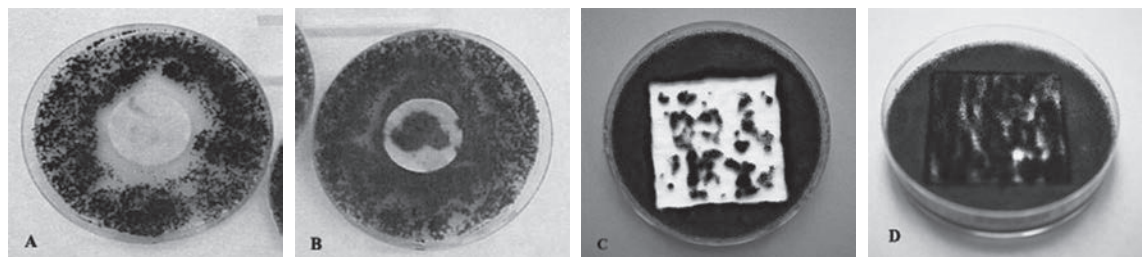
Kot oceno testa podamo bakterijsko redukcijo,  $R$ , ki se izračuna iz naslednje enačbe:

$$R = \frac{B - A}{B} \times 100 [\%] \quad (10)$$

kjer je  $A$  število kolonij bakterij po eni uri stresa apretiranega vzorca,  $B$  pa število kolonij bakterij po enominutnem stresanju (času „0“) apretiranega vzorca. Za zadovoljivo protibakterijsko delovanje apreturnega sredstva mora vrednost  $R$  preseči 60 %.

Fungicidna učinkovitost apreturnih sredstev se v skladu s standardom DIN 53931 [23] določi za glivi *Aspergillus niger* (ATCC 6275) in *Chaetomium globosum* (ATCC 6205). Test se izvede tako, da se na hranljivi agar ločeno cepita glivi in inkubirata določen čas pri ustreznih pogojih. Po inkubaciji se na gojišče prenesejo vzorci apretirane tkanine, za primerjavo pa tudi vzorec neapretirane tkanine, ki se ponovno inkubirajo.

Kot rezultat se določita stopnja poraščenosti vzorca in intenziteta rasti gliv. Stopnja poraščenosti vzor-



Slika 10: Vzorec pripravljen za vrednotenje fungicidne učinkovitosti.

ca se poda z ocenami od 0 do 5. Pri tem pomeni:

00 celotno gojišče je neporaščeno z glivami,

0 vzorec je neporaščen in okrog njega se je oblikovala cona inhibicije (slika 10A),

(0) vzorec je neporaščen, a brez cone inhibicije,

1 poraščen rob vzorca,

2 vzorec poraščen manj kot 25 %,

3 vzorec poraščen od 25 do 75 % (slika 10B in 10C),

4 vzorec poraščen nad 75 % in

5 popolna poraščenost vzorca (slika 10D).

Intenziteta rasti gliv se poda z enim, dvema ali tremi plusi, pri čemer:

+ pomeni zelo slabo intenziteto, samo micelij brez spor,

++ micelij, delno spore in

+++ zelo močno intenziteto, močno razvite spore.

## 6 Zaključek

Na podlagi pregleda standardnih metod za določitev kakovosti protimikrobne apreture na tekstilijah, ki jih je izdal Slovenski inštitut za standardizacijo, lahko zaključimo, da te metode zelo dobro pokrivajo teste za določitev baktericidnega in bakterio-statičnega delovanja protimikrobnih sredstev, med njimi pa še ni testov za določitev fungicidne učinkovitosti protimikrobnih sredstev. Izjema je test z zakopom, ki pa le posredno kaže odpornost apreture proti glivam, ki predstavljajo pomembno skupino mikroorganizmov le v humusni zemlji.

## 7 Literatura

- 1 RADFORD, P. J. Application and evaluation of anti-microbial finishes. *American dyestuff reporter*, 1973, str. 48–59.
- 2 SUN, G. in XU, X. Durable and regenerable antibacterial finishing of fabrics: biocidal properties. *Textile Chemist and Colorist*, 1998, letn. 30, št. 6, str. 26–30.
- 3 YANG, Y., CORCORAN, L., VORLICEK, K. and LI, S. Durability of some antibacterial treatments to repeated home launderings. *Textile Chemist and Colorist & American Dyestuff reporter*, 2000, letn. 32, št. 4, str. 44–49.
- 4 KIM, Y. H. in SUN, G. Durable antimicrobial finishing of nylon fabrics with acid dyes and a

quaternary ammonium salt. *Textile Research Journal*, 2001, letn. 71, št. 4, str. 318–323.

- 5 ZHANG, Z., CHEN L., JI, J., HUANG, Y., in CHEN, D. Antibacterial properties of cotton fabrics treated with chitosan. *Textile Research Journal*, 2003, letn. 73, št. 12, str. 1103–1106.
- 6 MAHLTIG, B., FIEDLER, D., BÖTTCHER, H. Antimicrobial sol-gel coatings. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 2004, letn. 32, str. 219–222.
- 7 TOMŠIČ, B. in SIMONČIČ, B.. Protimikrobna učinkovitost 3-(trimetoksisilil)-propildimetilalkilamonijevega klorida. *Tekstilec*, 2005, letn. 48, št. 4/6, str. 79–87.
- 8 FU, G., VARY, P. S., LIN in C. T. Anatase TiO<sub>2</sub> nanocomposites for antibacterial coatings. *Journal of Physical Chemistry B*, 2005, letn. 109, št. 18, str. 8889–8898.
- 9 CHEN, Q., LI, C., PAVLINEK, V., SAHA, P. in WANG, H. Surface-modified antibacterial TiO<sub>2</sub>/Ag<sup>+</sup> nanoparticles: Preparation and properties. *Applied Polymer Science*, 2006, letn. 252, str. 4154–4160.
- 10 KIM, Y. H., LEE, D. K., CHA, H. G., KIM, C. W. in KANG, Y. S. Synthesis and characterization of antibacterial Ag-SiO<sub>2</sub> nanocomposite. *J. Phys. Chem.*, 2007, letn. 111, str. 3629–3635.
- 11 *Textile Finishing*. Edited by D. Heywood. Bradford: Society of Dyers and Colourists, 2003, 528 str.
- 12 SIMONČIČ, B. Pomen protimikrobnih sredstev pri plemenitju tekstilij. *Tekstilec*, 2003, letn. 46, št. 3/4, str. 64–72.
- 13 SCHINDLER, W. D. in HAUSER, P. J. *Chemical finishing of textiles*. Cambridge: Woodhead publishing ltd., 2004, 213 str.
- 14 Tekstilije – Ugotavljanje protibakterijske aktivnosti na izdelkih s protibakterijsko apreturo. SIST EN ISO 20743:2007. 27 str.
- 15 Ploskovne tekstilije – Določitev protibakterijskega delovanja – Preskus na plošči, prekriti z agarjem. SIST EN ISO 20645:2005. 9 str.
- 16 Tekstilije – Ugotavljanje odpornosti tekstilij, ki vsebujejo celulozo, proti mikroorganizmom – Preskus z zemljo – 1. del: Ocena apreture zavarovanja gnitja. SIST EN ISO 11721-1:2001. 13 str.
- 17 Tekstilije – Ugotavljanje odpornosti tekstilij, ki vsebujejo celulozo proti mikroorganizmom – Preskus z zakopavanjem v zemljo – 2. del: Prepoznavanje dolgotrajne odpornosti apretur proti gnitju. SIST EN ISO 11721-2:2003.8 str.

- 18 Antimicrobial Finishes on Textile Materials: Assessment of. AATCC Test Method 100-1999. 3 str.
- 19 Testing of antibacterial activity and efficacy on textile products. JIS L 1902:2002. 27 str.
- 20 Antibacterial Activity Assessment of Textile Materials: Parallel Streak Method. AATCC Test Method 147-1998. 2 str.
- 21 Tekstilije – Natezne lastnosti ploskovnih tekstilij – 1. del.: Ugotavljanje največje pretržne sile in pretržnega raztežka trakastega preskušanca. SIST EN ISO 13934-1:1999. 8 str.
- 22 Standard Test Method for Determining the Antimicrobial Activity of Immobilized Antimicrobial Agents under Dynamic Contact Conditions. ASTM E 2149-01. Avgust 2001. 4 str.
- 23 Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Textilien gegen Schimmelpilze: Bewuchsversuch. DIN 53931. November 1963. 3 str.

# Statistični pregled razvoja revije Tekstilec v 50 letih njene obstoja

## 1 Prvi začetki

Če hočemo podati celoten pregled dosedanjega razvoja strokovnega glasila, revije Tekstilec v njenih 50 letih obstoja, se je treba vrniti v obdobje nastanka predhodnika revije Tekstilec. Kot zgodovinski začetek nastajanja revije je treba omeniti leto 1951, ko je v Mariboru začel izhajati mesečni list RAZGLEDI sedežem v takratni mariborski tekstilni tovarni MTT. Skrbel je za strokovno izpopolnjevanje delavcev z objavljanjem poljudno pisanih strokovnih člankov. List je kmalu postal glasilo vseh delavcev slovenske tekstilne industrije. Mesečnik se je kmalu preimenoval v TEKSTILNI RAZGLED, izdajalo ga je Združenje tekstilne industrije Slovenije, uredništvo pa je bilo v pristojnosti Društva slovenskih tekstilcev. List je urejal uredniški odbor z glavnim urednikom Lojzutom Orešičem, člani pa so bili: Črtomir Zorec, Maks Stupica, Ivan Drev, Srečko Stegnar, Miro Pintar, Pavel Badel, Anton Traven in Franjo Lipovec. Prva številka strokovno-kulturne revije tekstilne industrije Slovenije Tekstilni razgled je izšla januarja leta 1954 v 6000 izvodih.

Aprila 1955 je mesto glavnega urednika prevzel Dušan Marinšek, odgovorni in tehnični urednik pa je postal Lojze Strašek. Zaradi finančnih težav je z zadnjo januarsko številko leta 1957 Tekstilni razgled za nekaj mesecev prenehal izhajati. V vmesnem času, do ponovne oživitve glasila, je izhajal tedaj ustanovljeni časopis – revija MANEKEN, ki pa se ni „prijela“.

## 2 Tekstilni obveščevalec

Že maja 1957 je izšla prva številka strokovnega glasila TEKSTILNI OBVEŠČEVALEC. Njegov pobudnik oziroma predlagatelj je bil Jože Barbič, ki je postal tudi urednik glasila in ki ga je prostovoljno urejal celih trinajst let ob svoji redni zaposlitvi v tovarni MTT. Leta 1964 je upravni odbor društva v uredniški odbor poleg urednika imenoval še Iva

Marinca, Mirka Pogačnika in Jožeta Debevca. Letnico nastanka Tekstilnega obveščevalca, torej leto 1957 lahko upoštevamo kot letnico rojstva revije Tekstilec, katere 50-letnico praznujemo v letu 2007. Leto 1972 je bilo prva večja prelomnica v izhajanju revije, saj je bila tedaj povsem prenovljena. Takrat je bil za glavnega urednika imenovan Ivo Marinc, ki je to delo opravljal poklicno. Tako je ostalo do lanskega leta. Prva številka takratnega Tekstilnega obveščevalca je izšla januarja 1972 kot letnik XV. Poleg urednika so bili v uredniškem odboru še Leon Jerovec kot predsednik odbora in člani: Jože Debevc, Anton Turk in Tomaž Završnik. Glasilo je izdajala Zveza inženirjev in tehnikov tekstilcev Slovenije, sedež uredništva pa je bil v Celju.

## 3 Tekstilec in njegovi organi upravljanja

Po razpisu za ime in zunanjo obliko glasila je bilo konec leta 1972 izbrano novo ime TEKSTILEC, ki ga nosi še danes. V povsem novi obliki – s platnicami v rdeči zaščitni barvi je začel izhajati januarja leta 1973 kot letnik XVI. Uredniški odbor je do 6. številke ostal isti kot v začetku leta 1972, nato pa so se začele postopne zamenjave – nekateri so odhajali, drugi so jih zamenjali: Otmar Orešič (1973), Pavel Badel in Jože Podpeskar (1974), Kosta Sennih (1975), Janez Mencinger, Mirko Pogačnik, Štefan Trajbarič in Gorazd Šinigoj kot predsednik (1979), Branka Kreševič in Franci Sluga ter Janez Smrekar kot predsednik (1982). Od takrat se v kolofonu revije omenjata tudi lektorici Alenka Raič (za slovenski jezik) in Marinka Mrak (angleški jezik).

Konec decembra 1981 je dotodanjega urednika Iva Marinca zamenjala odgovorna urednica Cirila Črne kot redno zaposlena s polnim delovnim časom. Sedež uredništva se je 1. januarja 1982 preselil iz Celja v Ljubljano, v prostore ljubljanske Fakultete za naravoslovje in tehnologijo, na Oddelek za tekstilno tehnologijo na Snežniški 5; tu je imelo namreč svoj sedež tudi Društvo inženirjev in tehnikov tekstilcev Ljubljana, ki je takrat prevzelo izdajanje revije in jo izdajalo vse do konca leta 2006 na podlagi dogovora z zvezo vseh slovenskih tekstilnih društev (ZITTS) in panožnim združenjem tekstilne in oblačilne industrije pri GZS. Društvu inženirjev in tehnikov tekstilcev Ljubljana je Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo prav zaradi njegove pomembne vloge pri tej publicistični dejavnosti, ki je daleč presežala zgolj uresničevanje interesov članov ljubljanskega društva, kasneje podelilo status

društva v javnem interesu na področju raziskovalne dejavnosti. Po preselitvi uredništva v Ljubljano je bil sestavljen nov Uredniški odbor v sestavi Janez Smrekar kot predsednik in člani Branka Kreševič, Ivo Marinc, Mirko Pogačnik, Štefan Trajbarič in Cirila Črne kot glavna in odgovorna urednica in se do konca leta 1987 ni spreminjal. Takrat jo je na mestu urednice zamenjala Anica Levin, mesto predsednika uredništva pa je zasedla Anka Skrušny. Zamenjavo je opravil izdajateljski svet ob soglasju obeh ustanoviteljev: Zveze inženirjev in tehnikov tekstilcev Slovenije in Splošnega združenja slovenske tekstilne industrije. Izdajateljski svet je takrat sestavljalo pet delegatov ZITTS, šest delegatov Splošnega Združenja, dva delegata družbenopolitične skupnosti, dva predstavnika uredniškega odbora in odgovorni urednik.

Urejeno je bilo tudi okvirno financiranje glasila. Delovno mesto poklicne glavne in odgovorne urednice glasila *Tekstilec* je torej s 14. decembrom 1987 prevzela diplomirana sociologinja Anica Levin. To delo je neprekinjeno opravljala skoraj 20 let, do začetka leta 2007.

Uredniški odbor je v tem času doživel naslednje kadrovske spremembe: Anka Skrušny je bila predsednica odbora do konca leta 1999, ko jo je zamenjal Marko Ručigaj, tega pa je leta 2004 zamenjal Jože Smole. V odboru so se člani menjavali takole: od leta 1991 so v uredniškem odboru delovali Franci Sluga in Tomaž Završnik, od leta 1993 Jelka Geršak, Danilo Jakšič in Zoran Stjepanovič, od leta 1994 Franc Beravs, od leta 1996 Vera Golob, od leta 2000 Krste Dimitrovski, Franc Grašič in Tatjana Rijavec.

Leta 1997 so bili v uredniški odbor imenovani tudi tuji strokovnjaki, in sicer Paul Kiekens iz Belgije, Andrew F. Richards iz Veliki Britanije, Hartmut Rödel iz Nemčije in Ivo Soljačić iz Hrvaške. Ti so člani uredniškega odbora še danes.

V obratnem sorazmerju z naraščanjem glasila so se v tem času vrstile in povečevale težave s financiranjem. Spomladi 1979 je bil sklenjen sporazum o urejanju izdajateljskih razmerij med Zvezo tekstilcev in Splošnim združenjem, pri čemer je dobilo združenje tekstilne industrije enakopraven položaj pri urejanju in izdajanju glasila. Takrat je bilo urejeno tudi njegovo financiranje s strani Gospodarske zbornice Slovenije in ministrstva za šolstvo in šport. Leta 1979 se v 7. številki *Tekstilca* začne navajati izdajateljski svet (pозnejše časopisni svet), ki ga sestavlja 15 članov, pozneje pa 17 (1980) oziroma 14 članov (1987), zdaj pa 10

članov. Predsedniki svetov so bili: od leta 1979 Slobodan Šujica, od leta 1982 Peter Šubic, od leta 1986 Slavko Marčinko, od leta 1989 Stane Dovečar, od leta 1993 Jože Smole, Igor Drev (1998) in Zoran Stjepanovič od leta 2002 pa do danes. Člani sveta so bili v teh letih zastopniki ZITTS, GZS, ljubljanske in mariborske fakultete ter vodilni kadri in drugi predstavniki slovenskih tekstilnih podjetij.

Zdaj je uredniški odbor sestavljen takole je: Diana Gregor Svetec kot glavna in odgovorna urednica, Majda Sfiligoj Smole kot njena namestnica, Anica Levin kot izvršna urednica ter 11 domačih in štirje tuji strokovnjaki. Člani današnjega časopisnega sveta pa so: Zoran Stjepanovič kot predsednik ter člani: Martin Kopač in Jože Smole (GZS, Združenje tekstilne, oblačilne in usnjarskopredelovalne industrije), Marta Slokar (ZITTS), Barbara Simončič in Franci Sluga (Oddelek za tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani), Karin Stana Kleinschek in Alenka Majcen Le Marechal (Oddelek za tekstilne materiale in oblikovanje Fakultete za strojništvo Univerze v Mariboru) ter Miha Ješe in Mojca Šubic (Industrijski razvojni center slovenske predilne industrije).

#### *4 Vsebina glasila*

Med izhajanjem *Tekstilnega razgleda* so pri oblikovanju njegove vsebine sodelovali najprej avtorji – tekstilci, predvsem tekstilni tehniki iz vse Slovenije, z dokončano srednjo tehnično šolo. Pridružili so se jim kemijski inženirji, zaposleni v tekstilni industriji, potem pa delovali kot izredni profesorji na novem visokošolskem oddelku za tekstilstvo v Ljubljani. Takrat slovenskih tekstilnih inženirjev še ni bilo. Tekstilna industrija je bila takrat razdeljena po posameznih podružnicah. Tako je v letniku 3/56 npr. s svojimi prispevki sodelovalo 15 avtorjev z 31 članki iz mariborske podružnice, pet avtorjev z desetimi članki iz kranjske, dva avtorja z dvema člankoma iz jarške in en avtor z enim člankom iz celjske podružnice. Tematsko so bili članki zelo različni in z vseh tekstilno-tehnoloških področij. Pet let po izidu prve številke letnika XV (leta 1972) je letnik XX (leta 1977) obsegal 440 strani z 88 avtorskiimi polami. Po vsebini je obsegal 23 % znanstvenih člankov, 47 % strokovnih člankov in prevodov ter 19 % krajših obvestil, izvlečkov in reklamnih oglasov, preostalo so bile krajše informacije.

Med urednikovanjem Cirile Črne – v 80. letih – je bil poleg znanstvenih in strokovnih člankov poudarek tudi na prispevkih iz društev tekstilcev in podjetij,

na obvestilih o družbeno-gospodarskem položaju in rezultatih poslovanja tekstilne industrije ter na intervjujih o aktualnih temah. Takrat so začele izhajati tudi že dvojne številke, predvsem pa so začele izhajati tudi tematske številke. V letu 1983 so bile objavljene štiri zaokrožene teme: Tekstilna industrija leta 2000, 30-letnica Zveze inženirjev in tehnikov tekstilcev Slovenije, Energetika v tekstilni industriji in Računalništvo v tekstilni industriji. Tudi leta 1984 so izšle štiri tematske številke: Ekologija v tekstilni industriji, Oblikovanje tekstilij in oblačil, Tehnologija konfekcije in ITMA '83. Tematska številka o izobraževanju je izšla leta 1986. Takratna jugoslovanska zveza inženirjev tekstilcev je reviji *Tekstilec* 14. aprila 1987 podelila naslov „Najboljši strokovni časopis Jugoslavije v letu 1987“.

Vsebina časopisa se je od leta 1973 pa do danes iz leta v leto spreminjala, se dopolnjevala in izboljševala tako po izvirnosti, inventivnosti, strokovnosti, kakovosti, pa tudi po tematski poglobljenosti, aktualnosti itd. Članki so dosegali čedalje višjo stopnjo kategorizacije v prid izvirnih znanstvenih in preglednih člankov. Nekatere stalne rubrike, ki so do leta 1997 dopolnjevale vsebino revije, kot npr. Barvna metrika, Nova barvila, kemikalije in pomožna sredstva, Zgodovina tekstilstva, Klimatizacija in zaščita, Varstvo pri delu, Psihologija dela in Energetika se v naslednjih desetih letih niso nadaljevale. Vzrok je bil verjetno v prenehanju aktivnosti avtorjev, ki so pisali v te rubrike. Nadomestile so jih nove, sodobnejše tematske rubrike, ki so sledile tehnološkemu razvoju ter aktualnim spremembam in konjunkturi na tekstilnem področju. Tako so nastale nove rubrike: Nega tekstilij in oblačil, Oblikovanje tekstilij in oblačil, Standardizacija in meroslovje, Sistemi CAD/CAM, rubrika INFO, Diplomski, magistrski in doktorski dela – v okviru rubrike Šolstvo, Evropski projekti ter GZS – Mednarodna borza ponudb in povpraševanja.

Skratka vsebina revije se je spreminjala v skladu s spremembami, ki so se dogajale ves ta čas in nastajale na tehnološkem, ekonomskem, organizacijskem in na drugih pomembnih področjih. Tako so še vedno nespremenjene vsebine v okviru raziskovalnih, znanstvenih in strokovnih člankov, to je s področja tekstilnih surovin in preizkušanja tekstilij, predenja in prej, priprave za tkanje in tkanja, tekstilnega plemenitenja in ekologije, pletenja, tehničnih in netkanih tekstilij na eni strani kot tudi stalne rubrike Novo na strokovnem področju, Aktualno doma, Aktualno v svetu, društvene vesti itd.

V vsem času obstoja revije je bilo največ prispevkov objavljenih s področja plemenitenja in ekologije (234), tekstilnih surovin in preizkušanja tekstilij (211), trženja in organizacije poslovanja (128), poslovanja tekstilne in oblačilne industrije (121), predenja (97), tkanja (95), oblikovanja tekstilij in oblačil, mode, modeliranja in konstrukcije oblačil (84) itd. V okviru objav v rubrikah je bilo največ prispevkov objavljenih v okviru Aktualno doma in v svetu (239) in Novo na strokovnem področju (222). V zadnjih desetih letih izhajanja *Tekstilca* se je najbolj povečalo število prispevkov s področja oblikovanja, mode, nege oblačil ter trženja, najbolj pa sta stagnirala področje predenja in tkanja. Druga področja so ostala v zadnjih desetih letih na približno enaki ravni kot v prejšnjem obdobju izhajanja revije, izhajajoč iz letnega povprečja objav.

Poleg omenjenih področij so bili v reviji objavljeni še prispevki z naslednjih področij: pozamenterija, evropski raziskovalni projekti, mednarodni projekti, poročila s simpozijev, pregled diplomskih, magistrskih in doktorskih del z ljubljanskega in mariborskega visokošolskega tekstilnega oddelka, informacije iz GZS. Revijo so bogatili številni uvodniki, koledarji prirediteljev, vabila na simpozije, aktualne informacije iz domače tekstilne in oblačilne industrije in iz sveta, aktualne informacije o razvojnih dosežkih.

Kot posamezne enkratne priloge so bile objavljene naslednje: priloga v štev. 3–4, leto 2000, Razvojno-raziskovalna dejavnost v Sloveniji: cilji in sistem spodbujanja znanstvenega raziskovanja in tehnološkega razvoja ter v okviru te tematike poudarek na raziskovalnem delu in dosežkih s področja tekstilstva in usnjarstva v letu 1999; priloga Nogavičarstvo (tehnološki dosežki in problematika, proizvodnja v Sloveniji) – je izšla v redni številki 7–8/2000; v letu 2001 in 2002 je skupaj šestkrat izšla priloga s področja konstruiranja in modeliranja oblačil z naslovom Od zamisli do izvedbe, in sicer v številki 5–6/2001, 7–8/2001 in 11–12/2001 ter v številki 3–4/2002, 7–8/2002 in 9–10/2002; enkrat je izšla priloga Poimenovanje tkanin (48/2005, štev. 10–12); priloga v obliki posebnega zvezka Raziskovalni dosežki tekstilstva v letu 1995 je bila objavljena k redni številki 11; objavljena je bila tudi posebna izdaja (strokovna monografija) Razvojne smeri v mehaniki tekstilni tehnologiji na pragu novega tisočletja (42/1999). Omeniti pa je treba še članek iz zgodovine slovenskega stanovskega društva tekstilcev, ki je izšel v 27 nadaljevanjih: Spomini in utrinki

na združevanje slovenskih tekstilcev, katerega avtor je legenda slovenskega tekstilstva in neutrudni pisec, gospod Jože Debevc.

V obdobju 1973–2007 je izšlo 285 številčk revije *Tekstilec*, od tega 172 enojnih, 104 dvojne in osem trojnih. Naraščanje števila dvojnih številčk, v zadnjih letih pa trojnih, kaže na upadanje obsega revije *Tekstilec*. Na to kaže tudi zmanjševanje števila tiskanih strani. Od leta 1997 do leta 2004 se je število strani sukalo med 416 (leto 2002) in 375 (leto 2004). V letu 2005 se je število strani zmanjšalo na 304, v letu 2006 pa na 240. Kategorizacija člankov po stopnji strokovnosti se je posebno v zadnjem desetletju močno nagnila na stran znanstvenoraziskovalnih del, torej kakovostnejših prispevkov, temelječih na izvirnosti, in tudi zahtevnih znanstvenih pregledov posameznih tekstilnih podpodročij; povečala se je citiranost teh del v SCI (*Cited Reference Search*), s čimer se je povečala mednarodna odmevnost revije, s tem pa se je tudi prispevalo k boljši prepoznavnosti slovenskega tekstilnega raziskovanja v Evropi. Tako je bilo v zadnjih desetih letih v reviji *Tekstilec* objavljenih 88 izvirnih znanstvenih člankov (1.01 *Original Scientific Paper*), od katerih jih je bilo nekaj objavljenih tudi v angleščini. Objavljeno je bilo tudi 31 preglednih znanstvenih člankov (1.02 *Scientific Review*), štiri predhodne objave (1.03 *Preliminary Communication*) in 51 strokovnih člankov (1.04 *Professional Paper*). Objavljenih je bilo devet raziskovalnih člankov (v teh so všteti tako tehnološki kot oblikovalski članki).

Preglednih člankov in prikazov je bilo objavljenih 56, prav toliko je bilo objavljenih tudi raznih poročil s simpozijev in konferenc, 19 preglednih strokovnih člankov, 24 člankov je bilo priredb iz tuje periodike. Glede na razvrstitev člankov po strokovnih tekstilnih področjih je bilo v teh zadnjih desetih letih objavljenih 75 člankov s področja tekstilnih surovin in preizkušanja, 73 člankov s področja plemenitstva in ekologije, 50 člankov s področja oblikovanja tekstilij, modeliranja, 44 člankov s področja tekstilne in oblačilne industrije, 25 člankov s področja nege tekstilij in oblačil, 17 člankov s področja tkanja in priprave za tkanje, 15 člankov s področja tehničnih tekstilij in netkanih materialov, 14 člankov s področja pletenja in nogavičarstva, 12 člankov s področja predenja in preje itd. Objavljenih je bilo tudi 54 uvodnikov, 52 člankov o aktualnostih doma in 46 o aktualnostih v svetu, 44 člankov s področja šolstva (vključno s pregledi diplomskih, magistrskih

in doktorskih del), 48 člankov s področja trženja in managementa s poudarkom na tekstilni in oblačilni panogi, 33 člankov s področja tehnoloških novosti, novih prej in surovin.

#### 4.1 Indeksiranost revije *Tekstilec* v mednarodnih referenčnih bazah

*Tekstilec* kot edina slovenska periodična publikacija za vsa področja tekstilstva in za interdisciplinarna področja predstavlja tako tudi edini slovenski vir tovrstnega znanstvenega komuniciranja. Revija je vključena v naslednje pomembne mednarodne podatkovne baze:

TOGA – FIZ Textiltechnik Frankfurt; World Textiles Abstracts, Ulrich's International Periodicals Directory, EBSCO – Textile Technology Index, Chemical Abstracts, COMPENDEX in Titus Literaturschau.

Citiranost revije *Tekstilec* je moč ugotoviti v bazi SCISearch. Po podatkih Web of Science je *Tekstilec* od leta 1970 do danes prejel 164 citatov v treh citatnih indeksih (večino teh v *Science Citation Index Expanded* in manjši del v *Social Sciences Citation Index in Art & Humanities Citation Index*). Prvič je opaziti citiranost člankov iz revije *Tekstilec* v letu 1995, od tedaj do decembra 2007, natančneje do 6. decembra 2007 pa je bilo (po stanju v *Web of Science*) citiranih 164 člankov revije *Tekstilec*, ki so skupno prejeli 238 citatov.

V grafu na strani 222 je podano število citiranih člankov in število vseh citatov, ki so jih le-ti prejeli v posameznem letu od 1995 do konca 2006.

#### 5 Avtorji prispevkov

Avtorjem, ki so svoja dela objavljali še v Tekstilnem obveščevalcu, so se pozneje pridružili redni in izredni profesorji, predavatelji na visokošolskem oddelku za tekstilstvo (najprej z ljubljanskega oddelka, ki je bil prvi samostojni tekstilni visokošolski zavod na območju Jugoslavije). Najpogostejši sodelavci Tekstilca so takrat bili Franjo Kočevar, Alojz Gregorič, Sonja Malej Kveder, Demeter Kimovec, Leon Jerovec, Franc Smolik, pa tudi Mirko Pogačnik, Ivo Marinc, Maks Stupica, Črtomir Zorec ... Kmalu se jim je pridružila nova, mlada generacija inženirjev, magistrov in doktorjev, ki so študij končali na tekstilnem oddelku in so se nekateri tam zaposlili kot redni predavatelji. To so bili: Franc Beravs, Vili Bukošek, Momir Nikolić, Danilo Jakšič, Slava Jeler, Krste Dimitrovski; poleg teh pa tudi Štefan Trajba-

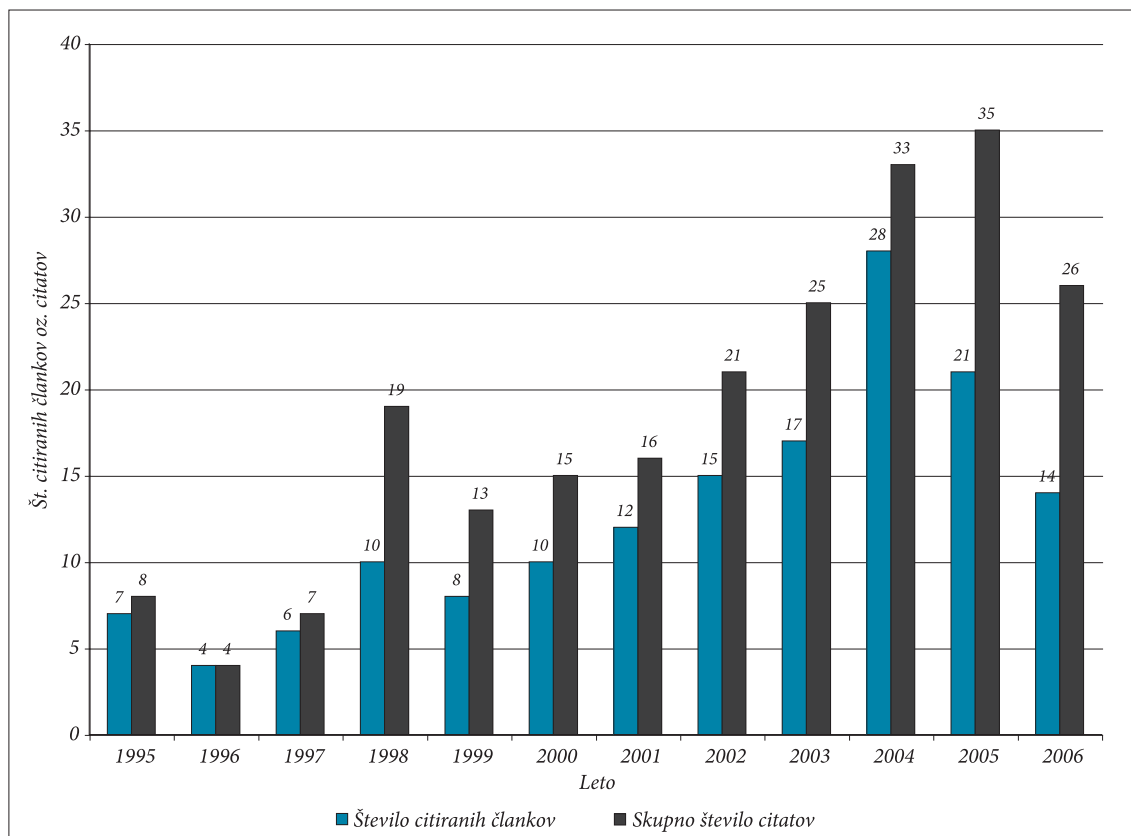
rič, Tomaž Završnik, Jože Zupan, Elizabeta Polak, Francka Čuk itd., nato tudi zunanji sodelavci z različnih ustanov, kot npr. Rino Simoneti, Tone Hraščelj, Zvone Černe in že tudi tuji avtorji. V 80. letih so se jim pridružili še ostali avtorji: Zoran Stjepanovič, Janez Cerkvenc, Franci Sluga, Jelka Geršak, Marija Gorenšek, v začetku 90. let pa še Tatjana Rijavec, Alenka Majcen Le Marechal, Sonja Šostar Turk, Vera Golob, Barbara Simončič in v sredini 90. let pa še Urška Elesini Stankovič, Alenka Pavko Čuden, Petra Forte Tavčer, Bruno Završnik, Diana Gregor Svetec itd. Ob koncu tisočletja so se jim pridružili še Mojca Kotar, Andrej Demšar, Karin Stana Kleinschek, Sabina Fijan, Jože Smole, Franc Grašič, Stanislav Praček, Niko Mihelič in Dunja Šajn. Med stalne dopisnike, ki so bralce Tekstilca vsa leta obveščali s krajšimi članki, prevodi in obvestili, lahko štejemo Marinko Mrak (ki je bila pri Tekstilcu celih 25 let lektorica za angleški jezik in prevajalka), Stanko Ritonja, Majo Poljšak, Anico Levin, Jožeta Debevca in Jožico Weissbacher.

Zanimiva je preglednica, ki prikazuje razmerje med številom avtorjev in številom člankov, ki so jih ti avtorji objavili v 50 letih obstoja revije:

- po en članek je objavilo 172 avtorjev
- 2–4 članke je objavilo 93 avtorjev
- 5–9 člankov je objavilo 43 avtorjev
- 10–19 člankov je objavilo 31 avtorjev
- 20–29 člankov je objavilo šest avtorjev
- 30–39 člankov je objavilo šest avtorjev
- 40–50 člankov sta objavila dva avtorja
- več kot 50 člankov sta objavila dva avtorja

V reviji Tekstilec so torej v 50 letih sodelovali različni avtorji, soavtorji in pisci člankov, različnih obsegov in z različnih strokovnih področij ter z obeh visokošolskih oddelkov, ljubljanskega in mariborskega, iz slovenske tekstilne in oblačilne industrije ter avtorji iz tujine.

V zadnjih desetih letih je bilo vseh avtorjev 359, od tega z ljubljanskega oddelka 77 (51 avtorjev in 26 soavtorjev), z mariborskega oddelka 78 avtorjev (48 avtorjev in 30 soavtorjev), 61 avtorjev iz tujine (24 avtorjev in 37 avtorjev) ter 52 avtorjev iz slovenske



Število citiranih člankov revije Tekstilec in število vseh citatov, ki so jih ti članki prejeli v letih od 1995 do 2006 (po stanju v Web of Science, 6. decembra 2007)



tekstilne in oblačilne industrije (20 avtorjev in 32 soavtorjev). Iz 26 podjetij so največ člankov prispevali avtorji iz Preventa Slovenj Gradec (6), Predilnice Litija (5), IBI Kranj (4), Svilanita Kamnik (3) itd. Iz tujine je bilo največ prispevkov iz Hrvaške (17), Nemčije (14) in Velike Britanije (6). Z območja nekdanje skupne države je sodelovalo skupaj z že omenjeno Hrvaško 24 avtorjev. Iz Gospodarske zbornice Slovenije so ves čas sodelovali Jože Smole, Jožica Weissbacher, Franc Grašič, Desanka Orešič in Jadranka Marasovič, z Gospodarskega vestnika pa Vera Avšič.

Naj pri posameznih strokovnih področjih in stalnih rubrikah omenimo avtorje, ki so najpogosteje oziroma ves čas objavljali svoja dela in članke različnih tipologij – od znanstvenih in raziskovalnih del, do prevodov in krajših prispevkov.

- Tekstilne surovine in preizkušanje: Franjo Kočevar, Sonja Malej-Kveder, Vili Bukošek, Diana Gregor Svetec, Krste Dimitrovski, Urška Stankovič Elesini, Tatjana Rijavec, Karin Stana Kleinschek, Franci Sluga, Andrej Demšar, Stanislav Praček, Dunja Šajn, Štefan Trajbarič, Tomaž Završnik in drugi.
- Predenje in preje: Alojz Gregorič, Momir Nikolič, Janez Cerkenik in drugi.
- Tkanje in priprava za tkanje: Črtomir Zorec, Ivo Marinc, Maks Stupica, Danilo Jakšič, Tanja Nuša Kočevar, Stane Istenič in drugi.
- Plemenitenje in ekologija: Demeter Kimovec, Viktor Lindtner, Franc Beravs, Marija Gorenšek, Vera Golob, Sonja Šostar Turk, Urška Stankovič Elesini, Tomaž Završnik, Petra Forte Tavčer, Barbara Simončič, Lidija Tušek in drugi.
- Konfekcija, oblačilna industrija: Jelka Geršak, Darja Žunič Lojen, Zoran Stjepanovič, Marta Abram Zver, Simona Jevšnik, Karl Gotlih in drugi.
- Tehnične tekstilije in netkani materiali: Krste Dimitrovski, Danilo Jakšič, Urška Stankovič Elesini, Tatjana Rijavec, Tomaž Završnik in drugi.
- Pletenje in nogavičarstvo: Viktor Savnik, Elizabeta Polak, Milutin Stankovič, Alenka Pavko Čuden in drugi.
- Pozamenterija: Urška Stankovič Elesini.
- Oblikovanje tekstilij in moda: Maja Poljšak, Tanja Podbevšek, Stanka Blatnik, Dunja Šajn, Marta Abram Zver in drugi.
- Nega tekstilij in oblačil: Sonja Šostar Turk, Sabina Fijan, Tomaž Završnik.
- Trženje, management, tekstilna in oblačilna dejavnost, ekonomija: Leon Jerovec, Rino Simone-

ti, Tone Hrastelj, Bruno Završnik, Franc Grašič, Jože Smole, Jožica Weissbacher, Vera Avšič.

- Uvodniki: Anica Levin, Franc Grašič, Jože Smole in drugi.
- Informacijski viri, šolstvo: Mojca Kotar, Francka Čuk, Franci Sluga, Mirjam Leskovšek, Hermina Križovnik, Anica Levin in drugi.
- Standardizacija: Francka Čuk, Urška Stankovič Elesini in drugi.
- Aktualno doma: Jože Debevc, Stanka Ritonja, Miloš Likar, Franc Grašič, Anica Levin in drugi.
- Aktualno v svetu in Novo na strokovnem področju: Niko Mihelič, Marinka Mrak, Jelka Geršak, Alenka Pavko Čuden, Tomaž Završnik in drugi.
- Zgodovina tekstilstva: Katarina Kobe Arzenšek, Jože Debevc, Alojz Gregorič in drugi.
- Društvene vesti: Jože Debevc, Anica Levin, Zoran Stjepanovič, Andrej Demšar.
- Poročila s simpozijev in konferenc je pisala večina že omenjenih avtorjev s svojih strokovnih področij raziskovanja.

### 6 Podoba revije

Naslovna stran Tekstilnega obveščevalca je bila do konca leta 1972 v oranžni barvi s 4,5 cm širokim belim robom na levi strani. Z januarjem 1973, ko se je ime časopisa spremenilo v *Tekstilec*, so se spremenile tako črke imena, naslovna stran, ki je postala polna in nekoliko bolj v rdečkasti oranžni barvi, ter logotip – male črke *it* (inženirji – tehniki) na bellem stiliziranem odtisu tkanine. Tako podobo je *Tekstilec* obdržal sedem let, do konca leta 1979. Z letom 1980, ko se je spremenil videz naslovnice, je z nje izginil tudi logotip *it* in ga pozneje ni bilo več. Od takrat pa do leta 1989 je naslovnica vsako leto zamenjala osnovno barvo, od laksno rožnate preko temno zelene, bordo rdeče, temno modre, rjave, rubin, pariško modre, do svetlo rumene barve, ki se je obdržala od leta 1989 do konca leta 1991. Od leta 1980 so bili na naslovnici različni motivi z različnih področij, v skladu z vodilnim strokovnim člankom, objavljenim v tisti številki, kot npr. motivi z modnih revij, ITMA, zgodovina tekstilstva, aktualnih dogodkov, preglednic in diagramov gospodarskih rezultatov poslovanja domače tekstilne in oblačilne industrije. Po letu 1989 so bili na naslovnici motivi tiskanih tkanin, vezav in vzorcev, ki so jih izdelali študenti katedre za oblikovanje na oddelku za tekstilstvo na takratni Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo v Ljubljani. Prav tako so bili na naslovnici objavljeni posnetki raznih

vlaknen, narejeni s pomočjo elektronskega mikroskopa, črno-bele fotografije najstarejših slovenskih tekstilnih tovarn itn. Ime revije je bilo na naslovnici natisnjeno z velikimi črkami v črni barvi. Po letu 1992 je ponovno vsako leto spreminjala osnovno barvo od svetlo vijoličaste v letu 1992, preko svetlo zelene (1993), svetlo modre (1994), marelično oranžne (1995) do temno modre (1996). Motivi na naslovnici so bili mikroskopski posnetki prerezov različnih vlaken, fotografije detajlov iz proizvodnih obratov tekstilnih tovarn, od leta 1994 pa so se na naslovnica objavljala reklamna sporočila predvsem slovenskih tekstilnih in konfekcijskih podjetij: Mure, Velane, Svilanita, Svile, Monta, Odeje, Lisce, Filca, Lokateksa, Inpleta, Jutranjke, Tekstine, Preventa itd. Ta trend se je nadaljeval do konca leta 2006.

### 7 Tekstilec danes

Z letnikom 50, z začetkom leta 2007, pa se je podoba Tekstilca popolnoma spremenila v vseh pogledih. Poleg že opisanih organizacijskih sprememb, ko je izdajanje revije prevzela Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, se je spremenila tako zunanja podoba kot notranja grafično-tehnično-oblikovalska zasnova; spremenjen je logotip revije Tekstilec, različni motivi naslovne slike. Naslovi del, poglavij in izvlečki so natisnjeni v pestri barvi, preostalo besedilo pa kot ponavadi v črni barvi. Vsebina revije je razdeljena na dva dela. Prvi je namenjen znanstveno-raziskovalnemu delu: izvirni in pregledni znanstveni članki so objavljeni dvojezično. Preostali članki so tako kot doslej samo v slovenskem jeziku.

Z objavo člankov o razvojno-raziskovalnem delu naših raziskovalcev v tujem jeziku naj bi revija postala še bolj prepoznavna mednarodno in na svojem znanstvenem strokovnem področju pripomogla k nadaljnji promociji Slovenije v Evropi in v svetu.

**Tomaž Završnik**

### Viri

1. Tekstilec, letniki od 1972 do 1996.
2. DEBEVC, Jože. 40 let strokovne periodike slovenskih tekstilcev: Od Razgleda do Tekstilca. Tekstilec, 1997, let. 40, šte. 10, str. 269–274.
3. ZAVRŠNIK, T. Statistični pregled sprememb: Razvoj revije Tekstilec v letih od 1973 do 1996. Tekstilec, 1997, let. 40, šte. 10, str. 275–277.
4. Tekstilec, letniki od 1997 do 2006.

Vabimo vas na

## 53. TEKSTILIADO

ki bo 2. februarja 2008  
na Kopah, smučišču Kaštivnik.

### Organizatorja

- Društvo inženirjev in tehnikov tekstilcev Prevent
- Športno društvo Ježek iz Preventa

### Predsednik organizacijskega odbora

**Borut Meh** predsednik uprave Prevent Global d.d.

### Koordinatorica

**Doroteja Stoporko** predsednica DITT Prevent  
e-pošta: doroteja.stoporko@prevent.si

### Prijave in informacije

**Gordana Parotat**  
e-pošta: gordana.parotat@prevent.si • tel.: 02 882 3069



## Novosti na področju medicinskih tekstilij

### *Bambus v kirurgiji*

Naravna lastnost zaviranja rasti bakterij utira bambusu pot v kirurgijo. Testiranje na tehnološkem inštitutu PSG College of Technology v Indiji je pokazalo, da kirurška oblačila, izdelana iz 100-odstotnega bambusa, zavirajo rast bakterij, medtem ko je ta sposobnost pri oblačilih iz mešanice bambusa in bombaža manjša. Čim večji je delež bombaža v preji, tem manjša je njena protimikrobna učinkovitost. Iz preje, izdelane v različnem razmerju bambusa in bombaža (80 : 20, 70 : 30, 60 : 40 in 50 : 50), so za testiranje spletli enojno pletivo jersey in ga pobarvali z reaktivnim barvilom. Fizikalne in protibakterijske lastnosti preje in pletiv so testirali v laboratorijskih pogojih. Preja iz 100-odstotnega bambusa je imela večjo trdnost in večji raztezek, vendar je bila bolj neenakomerna in je imela več nepravilnosti. Blago, izdelano iz 100-odstotnega bambusa je bilo odpornejše proti drgnjenju, vendar se je nagibalo k pilingu, imelo je tudi večjo razpočno trdnost, njegova obstojnost pri pranju pa je bila enaka kot pri mešanicah. Kar zadeva protibakterijske lastnosti, je blago, izdelano iz 100-odstotnega bambusovega vlakna, zaviralo rast bakterij v večji meri kot mešanice bambusa in bombaža. Z naraščanjem deleža bombaža je upadala učinkovitost zaviranja rasti bakterij. Testi v „resničnih razmerah“ so potrdili izsledke laboratorijskega testiranja.

### *Kolenske opornice – korak naprej*

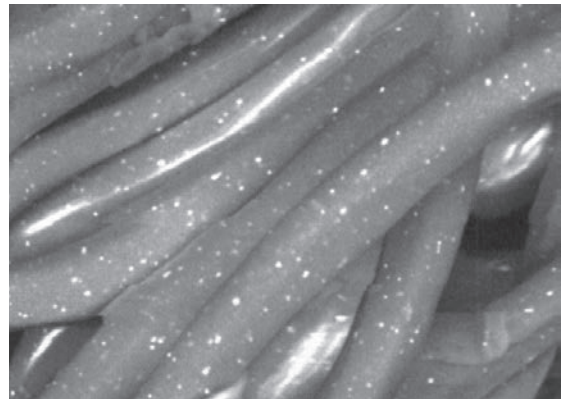
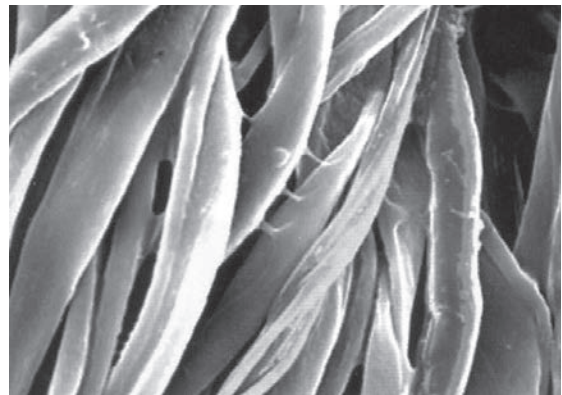
Na boltonski univerzi so za kolenske opornice uporabili dve vrsti pletiva razmaknjeno – osnovno in votkovno. Prvo pletivo je bilo spleteno na krožnem pletilniku, obe zunanji površini sta bili izdelani iz poliestra finosti 167 dtex in elastana finosti 44 dtex, z vmesno prejo iz 0,08 mm poliestrnega monofilamenta. Debelina pletiva je bila 2,89 mm. Drugo pletivo je bilo osnovno pleteno, obe zunanji površini sta bili izdelani iz poliestrnega filameta in elastana, z vmesno plastjo iz poliestrnega filameta, enako kot votkovno pleteno blago. Debelina tega pletiva je bila 2,82 mm.

Standardne kolenske opornice, ki so na voljo na trgu, so izdelane iz neoprenskega pletiva ali pene ali

iz kombinacije obeh. Njihova pomanjkljivost je, da se segrejejo in postanejo neudobne, zlasti med fizično dejavnostjo, tako da jih ni mogoče nositi tako dolgo, kot je priporočljivo. Prav tako veliko teh izdelkov zaradi preohlapnega stiska ne zagotavlja potrebne opore kolenu. Testi so pokazali, da imata obe novi kolenski opornici zelene termofiziološke, mehanske in prožnostne lastnosti, ki bi jih morale imeti kolenske opornice.

### *Preprosta izdelava protimikrobnih tekstilij*

Ameriškim raziskovalcem je uspelo razviti tehnologijo, ki omogoča preprosto množično proizvodnjo tkanih in netkanih tekstilij ter pletiv, ki odbijajo bakterije, viruse, glivice in pršice. Kemična polimerna ali bombažna vlakna impregnirajo ali prevlečejo z bakrovim oksidom, nato jih režejo na krajše dolžine ali uporabijo v obliki filameta in teksturirajo. V proces izdelave jih lahko vključijo



*Slika: Mikroskopski posnetek celuloznih vlaken, prevlečenih z bakrovim oksidom (zgoraj), in poliestrna vlakna, ki vsebujejo 3 % (utežno razmerje) delcev bakrovega oksida (spodaj)*

v fazi mešanja, lahko pa se vgradijo neposredno v končni izdelek, pri čemer niso potrebne nikakršne spremembe proizvodnega postopka.

Zdravilni učinek so preverjali na primeru atletske noge. Atleti so devet dni vsak dan nosili nogavice, ki so v stopalu vsebovale en odstotek bakrovega oksida. Simptomi atletske noge, kot so eritem, pekoča bolečina in srbenje, edem, luskavost, pokanje mehurjev in razpokanost, so se po terapiji z nogavicami izboljšali.

#### *Elastan pomaga bolnikom s cerebralno paralizo*

Dokazano je, da kompresijska oblačila z dodanim elastanom (npr. Lycra), ki pomagajo otrokom s cerebralno paralizo pri drži in gibanju, nimajo škodljivega vpliva na fiziologijo bolnika. Raziskave v bolnišnici Royal National Orthopaedic Hospital v Stanmoru v Angliji so pokazale, da pritisk med oblačilom in kožo niha glede na segment in dejavnost, vendar je na splošno manjši od praga 30 mmHg, pri katerem se lahko tkivo poškoduje.

Z uporabo oblačila z dvojno plastjo elastana se je pritisk med oblačilom in kožo povečal za trikrat, pri trikratni plasti pa je bil za pol manjši, verjetno zaradi izgube stika med oblačilom in telesom. Spremembo temperature in vlažnosti kože med nošenjem oblačila pripisujejo bolj okoljskim dejavnikom kot samemu nošenju oblačila. Koristne učinke kompresijskih oblačil z vsebnostjo elastana na bolnike s cerebralno paralizo so najprej opazili v Avstraliji, ko so takšno oblačilo uporabili za zdravljenje opeklin pri otroku s to boleznijo. Tudi lastnosti elastana, kot so dobro prilaganje, majhna teža, raznolikost in nemečkanost, veliko pripomorejo k uporabnosti teh oblačil za zdravljenje bolnikov s cerebralno paralizo.

#### **Vir podatkov**

Knitting International

#### *Prevleka iz nanovlaken za vsadke*

Novost, ki prihaja z univerze v Arkansasu, so prevleke iz keramičnih nanovlaken na osnovi titanovega oksida, s katerimi prekrijejo vsadke iz biokompatibilnega titana. Uporabljajo se zlasti pri zamenjavi kolka, zobnih rekonstrukcijah in za razširjanje žil. Zaradi gladke površine se standardni titanovi vsadki težko sprimejo z mišičnim tkivom, zato vsadek po približno desetih letih razpade in je potrebna nova operacija. Prevleke iz nanovlaken pa zagotavljajo dobro zraščanje tkiva in vsadka. Ker je mo-

goče spreminjati velikost in obliko por, je ta material primeren tudi za vstavke za razširitev žil pri bolnikih s koronarno arterijsko boleznijo in bolnikih, ki jim grozi infarkt. Standardni vstavki se pogosto zamašijo z maščobo, novejši pa imajo polimerno prevleko prepojeno z zdravili, vendar je ta prevleka občutljiva na biorazgradnjo in ne traja dolgo. Pri prevleki iz nanovlaken problema razgradnje ni, zdravilo, s katerim je prepojena prevleka, pa zelo dolgo ohranja arterije čiste. Poleg uporabe v biomedicini je ta material uporaben tudi v živilskopredelovalni industriji. Vzdrževanje je preprosto, lahko se spere z vodo in izpostavi UV-svetlobi, pri čemer se na površini uniči 99 % bakterij, lahko pa se potopi v 70-odstotni etanol, s čimer se povsem sterilizira, kar omogoči rast celic/tkiv v laboratoriju pred vsaditvijo. To je izjemno pomembno za okolja, v katerih je veliko bakterij, npr. v poljskih bolnišnicah pri vojaških posegih ali mesnopredelovalni obrati.

#### *Z netoksično prejo proti bakterijam*

Technofilati je izdelal prejo *Resistex Silver*, ki ima protimikrobne lastnosti in ne vsebuje kemikalij. Je povsem netoksična, razprši odvečno toploto in varuje telo pred statično elektriko, elektromagnetnim valovanjem in UVA žarki. To je poliamidni filament s plastjo 99,9-odstotno čistega srebra in se lahko kombinira s klasičnimi tekstilnimi vlakni, kot so bombaž, poliester in poliamid.

#### *BASF: Tiskanje brez formaldehida*

Najnovejša generacija sistemov tekstilnega pigmentnega tiskanja *Helizarin*, ki jih izdeluje BASF, ne uporablja formaldehida. Torej lahko tekstilna industrija izpolni vse predpisane in čedalje strožje standarde in zahteve vodilnih trgovcev in trgovskih znamk glede formaldehida. Pri tekstilnem tiskanju niso le sredstva za zamreževanje tista, ki sproščajo formaldehid, pač pa tudi vezivna sredstva in gostila, ki skupaj z drugimi pomožnimi sredstvi fiksirajo pigmente na tekstilijo. Zato je BASF razvil novo sredstvo za zamreževanje *Helizarin Fixing Agent TX 4737* brez formaldehida in ustrezno vezivno sredstvo *Helizarin Binder TX 4738*, prav tako brez formaldehida, ki v kombinaciji z že obstoječim gostilom sestavljata okolju prijazen sistem visokokakovostnega pigmentnega tiskanja brez formaldehida.

#### **Vir podatkov**

Future Materials

# Avtomobilske tekstilije Tehnološke novosti s sejma Interfilière, Lyon Mode

*Novi premazi in bioplastična vlakna za notranjost avtomobila*

V avgustu je BASF pognal nov obrat za proizvodnjo premazne mase Steron. Ta tehnologija omogoča nanašanje premazne mase na vse vrste podlag. Obdelana površina je visokokakovostna ne glede na to, ali je podlaga gladka ali žametna, sijajna ali mat, z videzom usnja ali z vtisnjenim vzorcem. Izjemna lastnost premaza Steron je njegova zračnost, kar zagotavlja večjo udobnost za celo paleto izdelkov, od avtomobilskega sedeža do ročaja teniškega loparja. Enako je primeren za pliš, tkanine, usnje, les in plastiko in vsem tem materialom da optično enak videz. To je zagotovo velika prednost, ki jo izkoriščajo zlasti oblikovalci notranjosti avtomobila, saj lahko dosežejo homogen videz notranjosti ne glede na uporabljene materiale. Vodna raztopina poliuretana se najprej nabrizga na silikonsko matrico. Večina vode izhlapi, ostane pa kot koprena tanka membrana z izjemno finimi porami. Ko je membrana še na matrici, se prilepi k nosilcu, nato pa se končan izdelek dvigne iz matrice. Ker fine pore zagotavljajo zračnost, tehnologija omogoča izdelavo zračne, pa vendar robustne površine. Silikonske matrice omogočajo raznovrstnost vzorcev in ker se lahko zamenjajo v nekaj minutah, je tudi izdelava majhnih površin stroškovno učinkovita. To pa je zagotovo velika konkurenčna prednost. Steron je primeren tudi za oblazinjeno pohištvo, modna oblačila, obutev, za uporabo v elektronski industriji (prenosni telefoni, igralne palice).

Novost na področju notranje opreme za avtomobile je tudi *Biofront* japonskega izdelovalca Teijin Ltd. Ta proti vročini odporna plastika je izdelana iz samih okolju prijaznih naravnih surovin (L-laktat, D-laktat). Tališče ima pri 210 °C, zato se lahko barva pri visokih temperaturah. Njegova zmogljivost je primerljiva z zmogljivostjo PET. Uporaba se z avtomobilskega širi tudi na druga področja, kjer se zahtevajo odpornost proti vročini, sposobnost barvanja in protimikrobne lastnosti tekstilij.

## Vir podatkov

Future Materials

## *Nova 3D materiala*

Louis Vidon je predstavil dva nova 3D „razmaknjena pletiva“, izdelana po novi tehnologiji pletenja in brez uporabe pene. Prvi ima eno površino izdelano iz viskoze, ki se pridobiva iz bambusove celuloze, drugo pa iz elastana in poliamidnega mikrovlakna. Razlika v navzemanju vlage med zelo vpojno, bakteriostatično bambusovo stranjo in bolj hidrofobno poliamidno stranjo omogoča uporabo materiala za posebne namene, kot so denimo športna oblačila. Drugi je žakarsko „razmaknjeno pletivo“ s prefinjenimi vzorci in posebnim leskom, kar sicer ni običajno za takšno vrsto materiala, ki je primeren denimo za nedrčke.

## *Novo gosto pletivo*

Novo gosto pletivo s čvrstimi zankami Revolutionary izdelovalca Carvico je zaradi posebne konstrukcije odporno proti UV žarkom, zelo udobno za nošenje, se hitro suši, je trpežno in se lepo prilega telesu. Kolekcija zajema težjo različico – *Revolutional More* in lažjo, bolj sijajno različico – *Revolutional Gloss*. Poliamidno pletivo, ki je izjemno fino in lahko, se odlikuje po 4-smerni razteznosti. Visok odstotek elastana zagotavlja obstojnost oblike in odpornost na klor.

## *Radicigroup predstavlja Coolness 50*

Podjetje Radicigroup je razvilo novo vlakno Coolness 50. To je poliamidno 6.6. zračno teksturirano vlakno *Radilon Double Six* finosti 50 dtex in s 40 filamenti. Ta zelo fina preja je namenjena za plosko in krožno pletenje, zlasti za perilo in brezšivne tehnologije. Površinska obdelava s taslanom mu daje lep bombažni videz.

## *TP CORP: novi vrsti površinske obdelave*

Tajsko podjetje Textile Prestige je uvedlo novi vrsti površinske obdelave pletenin. Prva je *Rapid Dry*, primerna za obdelavo pletenin za aktiven življenjski slog, ki se hitro suši in ohranja pletenino čisto zahvaljujoč učinkovini, ki deluje proti bakterijam

in odbija vonj. Druga je *Nano Fresh*, 24-urna obdelava, razvita z uporabo nanodelcev na osnovi srebra, ki zagotavlja samočiščenje pletenine in zaščito pred bakterijami, tako da pletenina ostane sveža in prijetna za nošenje ves dan. Testi so pokazali, da obdelava ohrani 100-odstotno učinkovitost celo po 50 pranjih.

#### Vir podatkov

Knitting International

## Športne tekstilije

*Vodoodporni in izjemno zračni čevlji v trgovinah že poleti 2008*

Podjetje P2i Ltd. je razvilo novo tehnologijo obdelave čevljev, imenovano „ion-mask“. Na celo površino čevlja nanesejo zaščitno prevleko, debelo le nekaj nanometrov, s pomočjo ioniziranega plina oz. plazme. Ta prevleka ne prekrije čevlja le na površini, pač pa prodre tudi v prostor med vlakni in okoli njih. Postopek je posebej učinkovit pri čevljih, ki vsebujejo sintetični material. Popolnoma neviden nanos odbija vodo, pri tem pa zagotavlja izjemno zračnost čevlja. Pri klasični obdelavi za vodoodpornost se v čevlji vsijejo dodatne plasti, zaradi česar postane težji in se težje prilega nogi. Tako imenovana „ion-mask“ pa se nanese na že izdelan čevlji in ne vpliva na njegovo težo in prilaganje. Poleg tega se naenkrat obdelava ves material v čevlju, tako usnje kot sintetični material. Pri klasični obutvi je treba šive lepiti in nanesti trajno sredstvo za odbijanje vode. S tem novim postopkom pa se lahko obdelava čevljev, vzeta s konca proizvodne linije ali celo s police v trgovini. S to obdelavo se optimizirajo površinske lastnosti čevlja, druge lastnosti pa ostanejo nespremenjene. Ta postopek si že utira pot na področje tekstilij, filtracije, bio-izdelkov itd.

#### Vir podatkov

Future Materials

**Marinka Mrak**  
(prevod in priredba)

## Davčna olajšava podjetjem za vlaganje v raziskave in razvoj

Davčna olajšava za investicije v raziskave in razvoj, ki jo ureja Zakon o davku od dohodkov pravnih oseb, je začela veljati že v letu 2006. Z njo želi vlada ustvarjati privlačnejše podjetniško okolje za podjetja, ki vlagajo v raziskave in razvoj. Zdaj ko so davčne napovedi podjetij za leto 2006 že podrobno obdelane, so na Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo objavili podatke o tem, koliko so podjetja to olajšavo izkoristila; po mnenju ministrstva so podatki razveseljivi, saj se je število podjetij, ki uveljavljajo davčno olajšavo za investicije v raziskave in razvoj, zgolj v prvem letu njene veljave povečalo z 222 na 548, kar je skoraj za dva in polkrat več. Najbolj spodbudno pa je seveda, da je skupni znesek, ki so ga podjetja uveljavljala kot davčno olajšavo za investicije na področju raziskav in razvoja v letu 2006, ko je stopila v veljavo nova davčna olajšava znašal 60 milijonov evrov, medtem ko je bil ta znesek leto pred tem (v 2005), ko te olajšave še ni bilo, le 2, 5 milijona evrov. Povedano drugače, skupni znesek, ki so ga podjetja prijavila kot stroške raziskav, se je povečal skoraj za 24-krat.

Največje povečanje, kar za 85-krat, je bilo v dejavnosti proizvodnje motornih vozil in goriv, povečanje za 64-krat v dejavnosti proizvodnje kemikalij, kemičnih izdelkov in umetnih mas, za 57-krat v dejavnosti proizvodnje strojev in naprav ter za 27-krat v dejavnostih obdelave podatkov.

Zakon o davku od dohodkov omogoča torej uveljavljanje zmanjšanja davčne osnove v višini 20 % zneska (splošna olajšava), ki predstavlja vlaganje v raziskave in razvoj, vendar največ v višini davčne osnove. Letos pa je začela veljati še *Uredba o davčni regijski olajšavi za raziskave in razvoj*, ki jo je pripravilo Ministrstvo za finance v sodelovanju z Ministrstvom za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo; po tej bo možna še dodatna regijska davčna olajšava za raziskave in razvoj v višini 10 % oz. 20 %.

Višina dodatne regijske davčne olajšave bo namreč odvisna od višine bruto domačega proizvoda na prebivalca v posamezni statistični regiji

glede na povprečje v državi. V primeru statistične regije, kjer je bruto domači proizvod na prebivalca nižji od povprečja države do 15 odstotkov, znaša regijska davčna olajšava za raziskave in razvoj 10 odstotkov (Savinjska, jugovzhodna Slovenija, Gorenjska in Goriška). V primeru statistične regije, kjer je bruto domači proizvod na prebivalca nižji od povprečja države za več kot 15 odstotkov znaša regijska davčna olajšava za raziskave in razvoj 20 % (Pomurska, Podravska, Koroška, Zassavska, Spodnje Posavska in Notranjsko-kraška). Regijske davčne olajšave ne bodo mogla uveljavljati podjetja v tistih regijah, ki imajo BDP višji od povprečja države, to sta osrednjeslovenska in obalno-kraška regija.

## Lestvica vodilnih 55 podjetij

V uredništvu revije *Glas gospodarstva* so na podlagi štirih meril sestavili lestvico podjetij, *top 55 podjetij, t.i. vodilnih gospodarskih krmarjev, ki najbolj vplivajo na slovensko gospodarsko rast* (avtor članka Igor Drakulič). Razvrstili so jih po naslednjih merilih: število zaposlenih, prihodek na zaposlenega, dodana vrednost na zaposlenega ter družbena odgovornost in inventivnost (glede na doseženo mesto so jih razdelili v štiri kategorije); zaradi teh dveh zadnjih meril je bila naloga razvrstitve težka, saj nista merljiva z absolutnimi številkami.

Pri inventivnosti so upoštevali nagrade GZS od leta 2002, pri družbeni odgovornosti pa so podjetja, ki so po dostopnih podatkih najbolj družbeno odgovorna: družbeno odgovorno podjetništvo pomeni, da podjetje zadovoljuje potrošnikove potrebe ob sočasni skrbi za zaposlene, dobavitelje in skupnost okrog teh podjetij (to pomeni tudi skrb za varovanje okolja, povezovanje podjetij s skupnostjo, kjer delujejo).

Tako sta glede na podatke in ocene sestavljavcev te lestvice na prvem mestu med družbeno odgovornimi podjetji tudi dve podjetji iz tekstilne in oblačilne panoge, in sicer *Mura* ter *Prevent SG*, ki sta tudi sicer edini podjetji iz panoge pristali na lestvici vodilnih gospodarskih krmarjev.

Povzeto iz revije GZS *Glas gospodarstva*

## Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo je zadovoljno z opravljenim delom v letu 2007

Na omenjenemu ministrstvu ocenjujejo, da so letos na različnih področjih opravili projekte, ki tako ali drugače koristijo državljanom in državljanom. Predvsem so zadovoljni z gibanjem vpisa v visokem šolstvu, rastjo števila diplomantov, povečuje se število subvencij za bivanje študentov in kot so poudarili, skrbijo za nastanitvene možnosti študentov. Za različnimi ukrepi naj bi tudi spodbujali prenos znanja v gospodarstvo, med temi vsekakor velja omeniti davčno olajšavo podjetjem za vlaganje v raziskave in razvoj, ter novo uredbo, ki prinaša še dodatno regijsko olajšavo manj razvitim slovenskim regijam. V nadaljevanju navajamo del dosežkov, ki jih je ministrstvo razgrnilo na tiskovni konferenci.

- *Resolucija nacionalnega programa visokega šolstva 2007 do 2010* Ministrstvo je v letu 2007 pripravilo Resolucijo nacionalnega programa visokega šolstva za obdobje od leta 2007 do 2010. Cilji, ki jih načrtujejo doseči, so: ustvariti enoten visokošolsko-raziskovalni prostor, pospeševati izmenjave znanja v trikotniku visoko šolstvo – znanost – gospodarstvo, uravnovežiti vpis mladih in povečati delež odraslih v vseh oblikah vseživljenjskega učenja, izboljšati razmere za študij in povečati število diplomantov, povečati sredstva za visokošolske študije in raziskave na 5 % BDP, povečati število visokošolskih zavodov v Sloveniji in doseči boljšo regionalno pokritost, spodbujati internacionalizacijo visokega šolstva, uvesti različna merila za raziskovalne dosežke na različnih področjih, odpreti habilitacijski prostor in povečati pretok strokovnjakov med visokošolskimi in raziskovalnimi zavodi ter gospodarstvom.
- *Vpis študentov v zadnjih letih* Podatki kažejo, da se je začel rahlo zmanjševati vpis na družboslovne

programe in povečuje se vpis na naravoslovno-tehniško področje. Vpis na naravoslovnem in tehniškem področju je spodbuden, saj so za redni študij naravoslovja in računalništva zasedena skoraj vsa razpisana mesta, delež študentov pa se je pri rednem študiju z lanskimi 9,4 % povečal na letošnjih 10,47 %, skupaj z izrednimi pa z lanskimi 7,7 % na letošnjih 9,17 %. Na tehniškem področju so pri rednem študiju prav tako zasedena skoraj vsa mesta (4.540 od 4.708), odstotni delež pa se je z 22,02 % povečal na 23,24 %. Spodbudno je tudi, da se od študijskega leta 2004 povečuje število diplomantov tako na visokošolskih kot univerzitetnih programih.

- **Izboljšanje bivalnih pogojev za študente** V obdobju 2004–2007 se je število subvencioniranih postelj za študente povečalo iz 14.551 na 15.938, kar pomeni desetodstotni prirast. S projektom Eduroam (nad njim bedi Arnes) je zdaj študentom, visokošolskim učiteljem in raziskovalcem omogočen dostop do interneta na 31 lokacijah (pretežno fakultete, pa tudi raziskovalni inštituti in srednje šole).
- **Javni razpis za raziskovalne projekte in mentorje mladim raziskovalcem** Letos poleti sta bila na razpisu Javne agencije za raziskovalno dejavnost prvič združena Javni poziv za predlaganje kandidatov za mentorje novim mladim raziskovalcem v letu 2008 ter Javni razpis za (so)financiranje raziskovalnih projektov v letu 2008; pri ocenjevanju sodelujejo tudi tuji recenzenti. Na razpisu bodo izbrani mentorji za 273 novih mladih raziskovalcev, ki bodo začeli z usposabljanjem v letu 2008 na posameznih izbranih raziskovalnih področjih. Za (so)financiranje raziskovalnih projektov so predvidena okvirna letna sredstva 8,2 milijona EUR.
- **Tehnologija** Predstavniki Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo predsedujejo mednarodni pobudi za podporo podjetniških raziskav in razvoja, imenovani EUREKA. To pobudo, ustanovljeno leta 1985, sestavlja trenutno 38 držav ter Evropska komisija. V času predsedovanja poteka pod slovenskim vodstvom priprava nove strategije pobude EUREKA, ki ima namen odgovoriti na nove izzive v mednarodnem (še posebej evropskem) okolju. V času slovenskega predsedovanja je ministrstvo uspelo v pobudo vključiti Republiko Makedonijo, potekajo pa tudi pogovori s Črno goro.

## Diplomska, magistrska in doktorska dela

Univerza v Ljubljani  
Naravoslovnotehniška fakulteta  
Oddelek za tekstilstvo

### Visokošolski študij konfekcijske tehnike

KARAKAŠ, Vesna. *Vpliv nekaterih kemijskih apretur na pigmentni tisk*. Ljubljana, julij 2007. Mentorica izr. prof. dr. Petra Forte Tavčer.

TROBEC, Lidija. *Preiskava tekstilnih materialov za suho filtracijo*. Ljubljana, september 2007. Mentorica doc. dr. Tatjana Rijavec.

RADIŠIČ, Maja. *Izdelava lutk*. Ljubljana, september 2007. Mentorica izr. prof. Almira Sadar.

HADŽIČ, Samira. *Površinska prosta energija apretiranih celuloznih vlaken*. Ljubljana, september 2007. Mentorica izr. prof. dr. Barbara Simončič.

JENC, Anita. *Vpliv nekaterih kemijskih apretur na lastnosti digitalnih odtisov z reaktivnimi barvili*. Ljubljana, september 2007. Mentorica red. prof. Marija Jenko.

### Visokošolski študij grafične tehnike

ŠVAJGER, Polona. *Lepota pokrajine skozi letne čase*. Ljubljana, september 2007. Mentor red. prof. Darko Slavec.

CURK, Irma. *Roke*. Ljubljana, september 2007. Mentor red. prof. Darko Slavec.

KOKOVNIK, Martina. *Natečaj za celostno grafično podobo skupine Gorenje*. Ljubljana, september 2007. Mentor red. prof. Dušan Kirbiš.

ŠILC, Jernej. *Tisk po standardu SIST ISO 12647-2 ter simulacija standardnega tiska na tiskalniku*. Ljubljana, september 2007. Mentor v. pred. Gorazd Golob.

RIHTARŠIČ, Neža. *Barvne razlike med ofsetnim odtisom in poskusnimi izpisi na tiskalniku Epson Stylus Pro 7800*. Ljubljana, september 2007. Mentor v. pred. Gorazd Golob.

VAUPOTIČ, Matej. *Primernost različnih svetil za doseganje standardne svetlobe D65*. Ljubljana, september 2007. Mentor v. pred. Gorazd Golob.

ANDRIČ, Simon. *HDTV: priložnosti in izzivi v Republiki Sloveniji*. Ljubljana, september 2007. Mentor doc. dr. Bojan Petek.



HEDŽET, Irena. *Tipografska analiza čitljivosti revij Nova in Lady*. Ljubljana, september 2007. Mentorica doc. dr. Klementina Možina.

PODOBNIK, Katarina. *Izdelava informativnega plakata*. Ljubljana, september 2007. Mentorica izr. prof. dr. Diana Gregor-Svetic.

#### Univerzitetni študij oblikovanja tekstilij in oblačil

ALIČ, Jerneja. *Geometrijski ritmi Manhattna v žakarskem tkanju*. Ljubljana, julij 2007. Mentorica doc. Marjeta Godler.

HRUPIČ, Nataša. *Mestne oblike*. Ljubljana, september 2007. Mentorica izr. prof. Almira Sadar.

ŠALEJ, Alenka. *Nosljiva tehnologija*. Ljubljana, september 2007. Mentorica izr. prof. Almira Sadar.

DOMJAN, Tinka. *Kolekcija teniških oblačil*. Ljubljana, september 2007. Mentorica izr. prof. Almira Sadar.

BERTOK, Maja. *Siddharta – odrska oblačila*. Ljubljana, september 2007. Mentorica red. prof. Metka Vrhunc.

JAGODIČ, Ana. *Pogled v prihodnost*. Ljubljana, september 2007. Mentorica red. prof. Metka Vrhunc.

FUNDUK, Irena. *Pogled od znotraj*. Ljubljana, september 2007. Mentorica red. prof. Metka Vrhunc.

MILOSAVLJEVIČ, Urška. *Službena oblačila za Rimske terme*. Ljubljana, september 2007. Mentorica izr. prof. Almira Sadar.

#### Univerzitetni študij tekstilne tehnologije

SIMIČ, Dina. *Biorazgradljivost poliestrskih vlaken iz polimlečne kisline*. Ljubljana, julij 2007. Mentorica doc. dr. Tatjana Rijavec.

ROŽANC, Karmen. *Encimatsko godenje lanu*. Ljubljana, julij 2007. Mentorica doc. dr. Tatjana Rijavec.

OCEPEK, Barbara. *Vpliv strukture neionskega tenzida brij na jakost interakcij med barvilom c.i. acid red 88 in tenzidom dodeciltrimetilamonijevim bromidom*. Ljubljana, julij 2007. Mentorica izr. prof. dr. Barbara Simončič.

KOŠIR, Suzana. *Primernost specialnih tiskov za gledališke kostume*. Ljubljana, september 2007. Mentorica izr. prof. dr. Petra Forte Tavčer.

#### Univerzitetni študij tekstilstva in grafične tehnologije – smer grafika

RAT, Blaž. *Celostna grafična podoba oddelka za tekstilstvo*. Ljubljana, september, 2007. Mentorica doc. dr. Klementina Možina.

UČAKAR, Andrej. *Digitalni tisk v vlogi reproduci-*

*ranja umetniškega dela na osnovi barvnega upravljanja*. Ljubljana, september 2007. Mentorica doc. dr. Tadeja Muck.

JELEN, Andreja. *Vpliv učinkovitih pigmentov na orientacijo odbite in sipane svetlobe*. Ljubljana, september 2007. Mentorica doc. dr. Tadeja Muck.

ŽIDANIK, Andreja. *Čiščenje odpadne vode s koagulacijo in flokulacijo*. Ljubljana, september 2007. Mentorica doc. dr. Maja Klančnik.

PODREKA, Vanesa. *Analiza digitalne priprave 3D modela iz fotografij s programom photomodeler*. Ljubljana, september 2007. Mentorica doc. dr. Tadeja Muck.

ŠTURM, Nina. *Embalaza maskote – zaščitnega znaka*. Ljubljana, september 2007. Mentorica doc. dr. Klementina Možina.

#### Magistrsko delo s področja tekstilnega oblikovanja

BERLIČ NOVAK, Vladimira. *Poetika tekstilij v prostoru*. Ljubljana, julij 2007. Mentorica izr. prof. Vera Sešlar-Založnik.

#### Doktorski disertaciji s področja tekstilstva

PREŠA, Polonca. *Možnosti združevanja bioobdelav bombaža v enokopelni postopek*. Ljubljana, marec 2007. Mentorica izr. prof. dr. Petra Forte Tavčer.

ČERNE, Lidija. *Vpliv aperture na površinsko prostoro energijo tekstilij*. Ljubljana, marec 2007. Mentorica izr. prof. dr. Barbara Simončič.

*Univerza v Mariboru  
Fakulteta za strojništvo  
Oddelek za tekstilne materiale in oblikovanje*

#### Visokošolski strokovni študij tekstilstva

KEVP, Jasmina. *Konstrukcija in modeliranje oblačil z uporabo računalniškega programa Corel Draw*. Maribor, september 2007. Mentor izr. prof. dr. Zoran Stjepanovič.

KIKEL, Jasmina. *Vpliv nege na lastnosti maskirne tkanine*. Maribor, september 2007. Mentorica red. prof. dr. Sonja Šostar Turk.

SALAJ, Anita. *Strojna oprema pri izdelavi gledaliških kostumov*. Maribor, september 2007. Mentor izr. prof. dr. Karl Gotlih.

ŠATUR, Silviya. *Modifikacija mehanizmov v šivalnem stroju*. Maribor, september 2007. Mentor izr. prof. dr. Karl Gotlih.

ŠMIGOC, Lidija. *Primerjava barvnih vrednosti in*

ekoloških parametrov pri barvanju in tiskanju z reaktivnimi barvili. Maribor, september 2007. Mentorica doc. dr. Darinka Fakin.

### Univerzitetni študij tekstilstva

BELEC, Maja. *Raziskava zadovoljstva odjemalcev Murinih izdelkov na slovenskem trgu*. Maribor, september 2007. Mentor red. prof. dr. Boris Snoj.

## Koledar prireditev

2008

### Januar 2008

**9.–12. Heimtextil**, Messe Frankfurt, Nemčija *Ta največji mednarodni strokovni sejem za dom in gospodinjstvo ter opremo določa smernice za prihodnje sezone. Razstavnii program je pregledno urejen po posameznih skupinah izdelkov, novost v letu 2008 pa so preseki več skupin izdelkov v različnih kakovostnih in cenovnih skupinah: posteljno, kopalniško in namizno perilo bo tako predstavljeno v treh sklopih: „More Clarity“: klasični slog vrhunskega dizajna; „More Style“: vrhunske blagovne znamke; v sklopu „More living“ pa se bodo predstavili vrhunski dobavitelji zaves pohišvenega tekstila in talnih oblog. Novost razstavnega programa bodo netekstilna pregrinjala za mize, filmi in folije.* • Informacije: e-pošta: [info@slovenia.messefrankfurt.com](mailto:info@slovenia.messefrankfurt.com) (predstavništvo Frankfurtskega sejma za Slovenijo) in spletna stran: [www.heimtextil.de](http://www.heimtextil.de)  
**12.–15. Domotex**, Hanover, Nemčija • Informacije: [www.domotex.de](http://www.domotex.de)

**24.–26. International Lingerie Salon**, Pariz, Paris-Expo, Francija, Porte de Versailles • Informacije: [www.lingerie-paris.com](http://www.lingerie-paris.com); e-pošta: [lingerie-paris@la-federation.com](mailto:lingerie-paris@la-federation.com)

**24.–26. Interfiliere**, Pariz, Paris-Expo, Porte de Versailles *Na spremljajočih konferencah bo tematika namenjena ekologiji – predvsem z vidika tekstilnih surovin.* • Informacije: [www.interfiliere.com](http://www.interfiliere.com); e-pošta: [ifl@la-federation.com](mailto:ifl@la-federation.com)

### Marec 2008

**12.–14. Interstoff Asia Essential**, Hongkong • Informacije: [www.messefrankfurt.com](http://www.messefrankfurt.com)

### April 2008

**2.–5. 29th International Cotton Conference/29. mednarodna konferenca o bombažu**, Bremen *Na konferenci bodo govorili o proizvodnji in stroških pridelave bombaža v svetu, predstavljene bodo dobre prakse pridelave bombaža v različnih državah, zmanjševanju medene rose – izkušnje, nove varietete bombaža, o novih inovativnih bombažnih izdelkih, trgovanju, testiranju*

*bombaža, novih tehnikah testiranja kakovosti bombaža, o mednarodnih aktivnostih glede standardne klasifikacije bombaža, o tehnoloških novostih v bombažnih predilnicah itd.* Organizatorja konference sta Faserinstitut Bremen in Bremer Baumwollbörse. • Informacije: [info@baumwollboerse.de](mailto:info@baumwollboerse.de); registracija preko spletne strani: [www.baumwollboerse.de](http://www.baumwollboerse.de)  
**15.–18. Index 2008**, Ženeva, Švica • Informacije: Fondation Orgexpo, fax: +41 22 798 0100; [www.geneva-palexpo.ch](http://www.geneva-palexpo.ch)

### Junij 2008

**24.–26. 8th Autex Conference / konferenca Združenja evropskih tekstilnih univerz in fakultet**, Città Studi v Bielli, Italija *Tematika bo namenjena med drugim razvoju produkcijskih procesov, inoviranjem izdelkov, zmanjševanju porabe energije v tekstilnih procesih in skrbi za okolje. Kot že na prejšnji konferenci se bodo tudi tokrat prispevki tematsko navezovali na evropsko tehnološko platformo za prihodnost tekstilne in oblačilne industrije.* • Informacije: spletna stran: <http://www.autex2008.it>

### Oktober 2008

**7.–8. FILTRES 2008, Filtration Conference Exhibition, (konferenca in razstava tekstilij za filtracijo)**, hotel Maritim, Köln, Nemčija *Teme konference v organizaciji Edane bodo: nove tehnologije na področju izdelkov za filtracijo in separacijo, filtrski mediji v avtomobilih in za klimatizacijo; tržna gibanja in tendence. Na strokovni razstavi bodo predstavljeni najnovejši dosežki na tem področju.* • Informacije o konferenci: [veronique.verboekhoven@edana.org](mailto:veronique.verboekhoven@edana.org) • Informacije o razstavi: e-pošta: [ihssane.mediar@edana.org](mailto:ihssane.mediar@edana.org)

**9.–10. EDANA'S Nonwovens Research Academy**, na Sächsisches Textilforschungsinstitut (STFI), Chemnitz, Nemčija *Strokovno srečanje, že četrto po vrsti, ima namen povežati industrijo in akademike na področju raziskav in proizvodnje netkanih tekstilij; tako se te akademije udeležujejo raziskovalci, profesorji, študenti, inženirji, znanstveniki, da bi predstavili raziskovalne dosežke, potrebne za razvoj proizvodnje netkanih tekstilij. Glavne teme te akademije v letu 2008 bodo med drugim nanotehnologija, surovine, funkcionalnost, tehnologija in proizvodni procesi na področju netkanih tekstilij.* • Informacije: Catherine Lennon, Communications Director, EDANA tel.: +32 2 734 93 10 / fax: +32 2 733 35 18, e-pošta: [Catherine.lennon@edana.org](mailto:Catherine.lennon@edana.org) / spletna stran: [www.edana.org](http://www.edana.org)

### Junij 2009

**6.–10. 3rd International Textile Machinery (ITM) Exhibition**, Tuyap Beylikduzu, kongresni in razstavnii center, Turčija • Informacije: Ms. Canan Korkmaz; tel: 0212 592 59 92; e-pošta: [canankorkmaz@teknikfuarcilik.com](mailto:canankorkmaz@teknikfuarcilik.com); spletna stran: [www.teknikfuarcilik.com](http://www.teknikfuarcilik.com)

## Kako je punk postal umetnost ali kako je Vivienne opravila s prepričanji

Pot v Milano je neskončno dolga. Predolga, če te na koncu čaka tako vabljiva nagrada. Še več, če je na koncu človekovo prepričanje ovrženo, njegova ustvarjalnost postavljena v negotovost, pridobljeno znanje pa komaj izkoriščeno. Bili smo si enotni, da je pred nami razgrnjena zavidljiva življenjska zgodba nekoga, ki je času pustil svoj pečat, bolj očiten in bolj večer od marsikoga, ki se ima za zgodovinsko osebnost. Krojiti podobo množice, ne da bi vsiljeval lastno filozofijo, samo ponujati. Nikakršne zahteve, nikakršnega pričakovanja. Ustvarjati iz zgodovine, spogledovati se s prihodnostjo. Videti človeka in dojeti družbo. Živeti lepoto in deliti, deliti, deliti. To je Vivienne Westwood, to je naša pot v Milano. Začelo se je tako, kot se začne vsako potovanje. S pričakovanjem.

Milano je mesto zase. Je upanje vsakega modnega oblikovalca, mesto nasprotij, kjer z roko v roki ho-

dit bogastvo in revščina, kjer se nežno spogledujeta meščanska hladnost in podeželska strast. Je mesto, kjer človek zboli, ko lovi hiter mestni utrip in hkrati hrepeni po ležernem italijanskem pohajkovanju. To lahko potrjujem z osebno izkušnjo. Zaviti je v meglico, recimo mu smog, čeprav je nas pričakalo jasno nebo. *La nebbia milanese* je kot kletka, ki ljudem ne dovoli oditi, poskuša jih zadržati, ustvariti iluzijo, da ne potrebujejo ničesar več. In res, pod vso to lupino, ki obdaja vsako velemesto, se skrivajo biseri. Milano je ostriga. Hrana, zaščita in poželenje, biser pa je njegovo bistvo – moda.

Najpogosteje ponuja nakupovanje, površinsko oblikovanje svoje podobe, a to je le za povprečne obiskovalce. Če mu prisluhneš pozorneje, lahko nahrani tvojo dušo. Našo je napolnil z življenjskim delom večne upornice s stilom – Vivienne Westwood. Prve kolekcije z razstave, navdihnjene z gibanjem angleškega punka, pogojene s sodelovanjem s Sex Pistolsi, so sporočilno močne in izvedbeno porazne. Taki izdelki, s katerimi bi se lahko pohvalila prenekatera uporniška najstniška oblikovalka, niso prepričljivi, vseeno pa so dovolj vznemirljivi, da te vabijo naprej. Že v naslednji sobi je avtoričin glas vabil k postanku. „*Who's that beautiful woman? Look at that beautiful woman,*“ so izjave, pomembne za Vivienne Westwood, ki pravi, da so oblačila kot parfum, ki te, ko ga zavošaš, spominja na nekaj znanega, nekaj domačega in hkrati tuje vznemirljivega. Ta njena filozofija je bila vstopnica v drugi del razstave, kjer se je pokazala kot mojstrica modeliranja, poznavalka ženskosti, hitrega odzivanja na novo tehnologijo in stvariteljica drugačne, sveže lepote. V tej sobi, kjer so kraljevali izdelki visoke kakovosti, briljantni modeli in genialna izbira materialov, se je zazdelo, da je dosegla najvišjo točko. Zmota! V naslednji so z zgodovinsko vsebino prepojeni kosi oblačil potrjevali, kar se je že zdelo znano. Te ženske se ne da ustaviti. Najbolj znani čevlji v zgodovini, tisti, v katerih je Naomi Campbell padla po modni brvi, so posmehljivo kraljevali v vitrini. Nepremagani so. Ni ga namreč kosa, ki bi se tako trdo uprl praktičnosti, kot so se ji oni. Očarljivo vsemogočni so. Pa tega še ni bilo konec. V naslednji sobi, polni večernih oblek, prav predrznih z inventivnimi posegi v modeliranju, na katere se je zgrinjal oblak zavidanja obiskovalk v skušnjavi. Med njimi je bila majhna obleka bele barve z zgodbo iz ozadja – Vivienne je na njej naredila raztrganino tik pred



Vivienne Westwood

odhodom na modno brv. Tako močne prisotnosti kreatorke, kot je ta neposredni odtis, ni bilo na nobeni od predstavljenih oblek.

Končalo se je tako, kot se konča vsako potovanje. S sanjavim pogledom v nebo.

Vivienne, zakaj? Zakaj je ta razstava potolkla naša prepričanja o tebi? Zakaj je tvoja genialnost tako pometla z našimi poskusi? Zakaj se zdaj počutimo toliko bolj izzvane? Zakaj hočemo biti boljši?

**Dejan Krajnik**

*(S strokovne ekskurzije študentov oblikovanja tekstilij in oblačil, ljubljanskega oddelka za tekstilstvo v Milano na ogled pregledne razstave del britanske oblikovalke Vivienne Westwood)*

## Razstava Ljubljanske zgodbe študentov oblikovanja

V Steklenem atriju Mestne hiše v Ljubljani so v jeseni odprli razstavo del študentov Naravoslovno tehniške fakultete, smer Oblikovanje tekstilij in oblačil, tema pa je bila *Ljubljanske zgodbe – Urška in povodni mož*.

Projekt *Ljubljanske zgodbe – Urška in povodni mož* išče vizualno identiteto mesta, povečuje prepoznavnost Ljubljane ter spodbuja njen kulturni in turistični utrip.

Sodobna mesta si postajajo čedalje bolj podobna. Ljubljana je mesto z bogato kulturno dediščino, katere vrednosti se njeni prebivalci premalo zavedamo. Ponaša se s svojimi avtentičnimi liki, kot so Argonavti, Zmaj ter Urška in povodni mož.

Cilj študentskih iskanj so bile različne materializacije znane legende, ki jo je zapisal že Valvasor in pozneje upesnil France Prešeren. Zasnovali in izdelali smo oblačila, tiskane tekstilije, serijo uporabnih predmetov, spominkov in daril, zloženko, lutke ter instalacije ob Ljubljani.

Mentorice študentskih del so bile izr. prof. Karin Košak, red. prof. Marija Jenko in izr. prof. Alмира Sadar.

**Boris Beja**

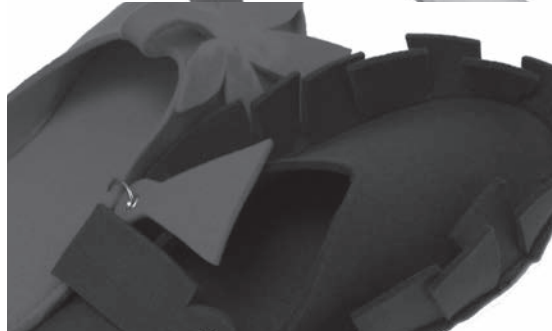


Foto: Boris Beja

# Mestne slike

*Avtorica:* Nataša Hrupič

*Mentorica:* izr. prof. Almira Sadar

Telo kot osnova za ovijanje tekstila oz. „izstop telesa“ kot optična vizualizacija telesnosti na oblačilu, dosežena z vzorcem, modelacijskimi prijemi, triali dvodimenzionalnimi likovnimi ali oblikovnimi učinki, so teme, ki sem jih raziskovala že v času študija ter ob spremljanju trenutnega domačega in tujega modnega dogajanja iskala somišljenike in inovatorje na tem področju mode. Ob raziskovanju možnosti oblikovanja, ki jih tekstilni medij ponuja, skozi dela in zgodovino priznanih velikih modnih oblikovalcev, sem se osredotočila na tri navezujoče tehnike oblikovanja tekstila v oblačilo; plisiranje, drapiranje in plastenje. Namen teoretičnega predznanja je najti in umestiti svoj lasten oblikovalski jezik kot podlago za lažje razumevanje mojih izhodišč in kolekcije, najti vzporedne smeri in smeri, ki se ločijo, ter moje delo uvrščajo v meni lasten prostor in čas.

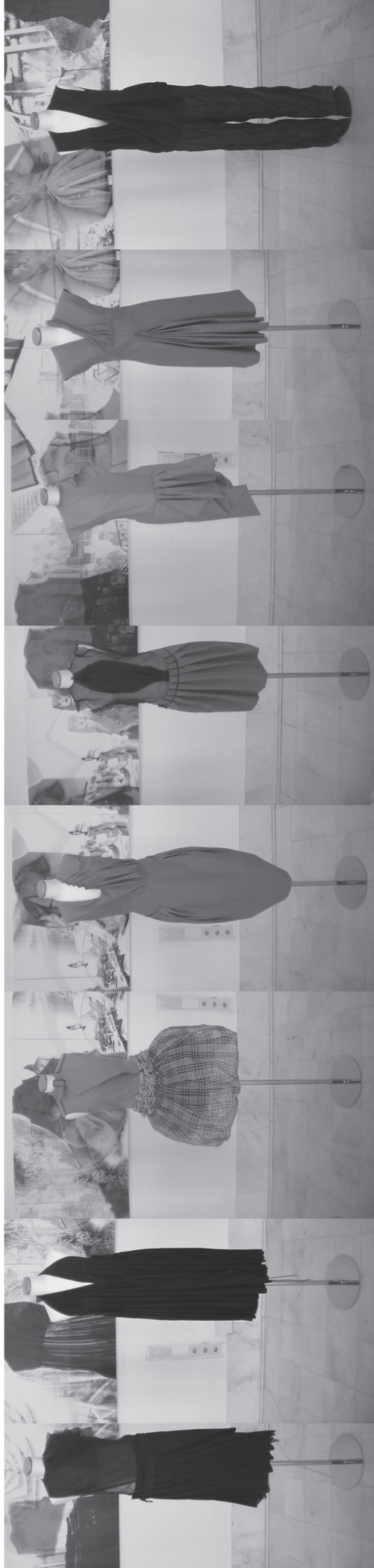
Moj „tukaj in zdaj“ je torej izhodišče, ki ga raziskujem skozi raziskovalno delo. „Tukaj“ je mesto Ljubljana, v katerem živim že trideset let, in „zdaj“ je vsakdan, kjer je vsaka sprememba tako na urbanišičnem, infrastrukturnem in socialnem področju že vnaprej sprejeta, ponotranjena, moja, ne glede na to, ali mi je všeč ali ne. Je moj dom, ki je vedno topel. Tako sem v svojem času in prostoru poiskala osem izhodišč, mestnih situacij, trenutkov in srečanj ter jih poimenovala Mestne slike. Vsaka Mestna slika je sestavljena iz fotografije določene mestne lokacije, kjer se dogodek odvija, nastala je v trenutku dogajanja ali je bila poiskana pozneje, in zgodbe resničnega oz. v mojem spominu ohranjenega dogodka, predvsem pa Ljubljancanom dobro poznane vsakdanje situacije. Poznejša grafična računalniška obdelava posamezne Mestne slike s tehniko nalažanja, plastenja in prehajanja elementov slike drug v drugega že izpostavlja in dodaja tiste elemente, bodisi mestne infrastrukture ali nosilce zgodbe, ki so pomembni za ponazarjanje čustvene moči in vzdušja določene zgodbe, hkrati pa uprizarja hkratno večprostorsko in veččasovno razumevanje Mestnih slik, torej posamezne zgodbe. Sledi umeščanje prepoznavnih in pripovednih elementov posamezne slike v oblačilo, najprej s pripravo in iskanjem

tehničnih rešitev v modelaciji krojev ter z iskanjem materialov, ki se konča v prototipni kolekciji v merilu 1 : 4.

Realizacija kolekcije in prenos krojev v razmerje 1 : 1 je zapleten in velikokrat nezaveden in impulziven proces, saj mora posamezno oblačilo kljub odstopanju v materialu in obliki, ki ga narekuje spreminjeno razmerje mer prototipne kolekcije, še vedno ohraniti načrtovane prvine posameznega kosa oblačila, oblikovno in likovno celovitost modela ter vključevati tiste elemente odgovarjajoče Mestne slike, ki miselno vplivajo na določene čustvene odzive gledalca, tvorijo vzdušje in pripovedujejo zgodbo. S prilagajanjem krojev in materialov ter ob eksperimentiranju v iskanju najustreznejše tehnološke rešitve posameznega modela je nastala kolekcija osmih damskih oblačil, z naslovom Mestne oblike.

Predstavitev kolekcije širši javnosti, ki mi je bila omogočena v galeriji Kresija, je sprožila razmišljanje o načinu združitve miselnega, izhodiščnega, skicoznega, prototipnega in realizacijsko zaključenega dela v enem prostoru in pri tem ohraniti celovitost pripovednosti ter hkrati izpostaviti vsako zgodbo posebej. Pregledna postavitev treh ločenih medijsko različnih sklopov; plakatna izhodišča, kolekcija, uprizorjena s telesnostjo izložbenih lutk, prototipna oblačila na majhnih lutkah iz žice in krep papirja namesto skic omogoča zaporedno branje posamezne zgodbe, nastanek, razvoj in realizacijo kolekcije. Zlasti dobra medijska podpora razstave Mestne oblike, ki je bila vključena v program Poletne muzejske noči, je omogočila nadaljnji razvoj, življenje in poznejše pojavljanje nekaterih oblačil z razstave v mnogih modnih časopisih in revijah pod taktirko malo manj znanih in tudi vodilnih stilistov ter modnih oblikovalcev.

**Nataša Hrupič**



Naslov projekta: *Mestne slike* ✦ Avtorica: *Nataša Hrupič* ✦ Mentorica: *izr. prof. Almira Sadar*

# Slovenija je ustvarjena za nanotehnologije

Janez Navodnik



Janez Navodnik s sodelavci je pred kratkim poslal na slovenski trg strokovne literature zajetno knjigo z zgoraj navedenim naslovom, ki se z avtorju lastno zagnanostjo loteva enega najobetavnejših razvojnih področij sodobnega časa – nanotehnologij in možnosti za njihovo uveljavitev v Sloveniji.

Pri nanotehnologijah gre za tehnološke procese, ki se odvijajo v dimenzijah milijardinke milimetra, na ravni atomov in molekul. Ugotovili so, da dobijo materiali, ki imajo vsaj eno od dimenzij v nanosvetu do 0,1 mikrona (delci, žičke/cevke, tanki sloji ali masivni materiali v mikro- in makrodimenzijah, sestavljeni iz nanostrukturiranih delcev, žičk in slojev) „čudežno“ spremenjene lastnosti, ki tudi do sto- in celo tisočkrat presegajo tiste, ki jih poznamo na konvencionalnem področju, kažejo pa se tudi osupljivo nove električne, fizikalne, optične in druge lastnosti, kar vse obeta temu področju neslutene razvojne možnosti. Tako naj bi se svetovni trg nanomaterialov v prihodnjih sedmih letih povečal kar za 20-krat, na 2600 milijard dolarjev. Pri uvajanju novih materialov je pomembno, da so nanodelci trdno vezani na makromateriale in tako varni za človeka in okolje ter da se proizvajajo dovolj hitro in poceni, da jih je mogoče uporabiti v raznih industrijskih panogah, energetiki in medicini. Knjiga sistematično pelje bralca skozi „čudeže“ nanosveta, danes znane nanomateriale, glavna področja uporabe (elektronika, informacijsko-komunikacijska dejavnost, mobilnost-avtomobilska industrija, biotehnologija, zdravje, tekstil, energija, strojništvo), loteva pa se tudi proizvodnje nanomaterialov in njihove analitike, ne zaobide pa niti varnostno-obrambnih in okoljskih vprašanj.

Zadnje poglavje je namenjeno nanomaterialom v Sloveniji. Avtor je glede tega velik optimist, saj po njegovem mnenju prav razvoj tega obetavnega področja omogoča naši državi, da se povzpne na sam vrh razvivosti. Svoj optimizem gradi na dejstvu, da so polimerni materiali v slovenski industriji že zdaj nadpovprečno zastopani, v povezavi z naprednimi (nano)materiali pa se lahko njihova varna, poceni in učinkovita uporaba še bistveno poveča, kar razvoju nanotehnologij odpira izjemne možnosti. Še zlasti zato, ker vrsta naših znanstveno-razvojnih ustanov že uspešno dela na številnih naprednih materialih. Podrobneje je predstavljena tehnološka platforma NaMaT („Napredni materiali in tehnologije“), ki kot del evropske TT EuMaT pri nas podpira načrtovanje, odločanje in investiranje v področje naprednih materialov in tehnologij. Navedeni so tudi izzivi razvoja materialov in popis materialov/tehnologij področja NaMaT.

V 10. poglavju je obdelano tudi področje tekstila. Šest strani, ki so v 400 strani obsegajoči knjigi namenjene naši panogi, se bo marsikomu sicer zdelo prekratko in površno, vendar že dejstvo, da smo zaslужili svoje poglavje (ko ga številne bolj „zveneče“ panoge niso!) dokazuje, da nanotehnologije lahko dajejo tudi tekstilu številne nove lastnosti in funkcije (nanostrukturirana vlakna, inteligentna oblačila, mikavni izdelki za šport in prosti čas idr.).

Janezu Navodniku, ki smo ga doslej poznali kot zagnanega strokovnjaka na področju polimerov in predelave plastike, gre zahvala, da imamo – ob siceršnji suši dobre strokovne literature – pred sabo kakovosten, obsežen in grafično mikavno obdelan pregled razvojnega področja, ki od svoje obetavnosti v svetu poka po šivih in ki lahko da tudi našemu razvoju neslutene možnosti. Vse, kar je avtorjem uspelo zbrati iz razpoložljivih virov, seveda še ni dokončno, saj intenzivno raziskovalno-razvojno delo vsak dan prinaša nova dognanja in spoznanja. Veliko najnovejših in najkakovostnejših dognanj pa javnosti tako in tako še dolgo ne bo dostopnih. Raziskovalci se bodo morali vzporedno lotovati tudi nekaterih še premalo raziskanih vprašanj (kot je npr. vpliv nanodelcev na zdravje ljudi), ki jih občasno srečujemo v sredstvih obveščanja in begajo ali zavajajo ljudi.

Da gre za razvojno pomembno področje, dokazuje tudi dejstvo, da sta izid knjige – poleg drugih sponzorjev – podprli še Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo in Ministrstvo za zdravje.

Štefan Trajbarič

## 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 podpisi
- 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 teh-

ničnih 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. Literatura naj se navaja v skladu s standardom SIST ISO 690:1997 (Documentation – Bibliographic references – Content form and structure). Primeri navajanja posameznih virov informacij:

#### Monografije

- 1 PREVORŠEK, Dušan C. *Visokozmogljiva vlakna iz gibkih polimerov : teorija in tehnologija*. Uredila Tatjana Rijavec in Franci Sluga. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 1998. 494 str.
- 2 *Wool dyeing*. Edited by D. M. Lewis. Bradford : Society of Dyers and Colourists, 1992. 372 str.

#### Prispevki v monografijah in zbornikih

- 3 CERKVENIK, Janez, in NIKOLIČ, Momir. 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, Anton, BRESKVAR, Bojan, in ULE, Boris. Računalniško podprt merilni sistem pri preizkusih lezenja. *Kovine zlitine tehnologije*, 1997. let. 31. št. 1–2. str. 143–145.



# Enostavne za uporabo.



Staublijeve sistemske rešitve za pripravo na tkanje so že dolgo pojem vrhunske kakovosti. Naši strokovnjaki so zasnovali samodejne vdevalne naprave, ki postopek tkanja poenostavijo in vam prihranijo dragoceni čas pri menjavi načina tkanja. Delta 110 vdeva osnovne niti skozi liste, lamele in greben - samodejno in natančno. Prekinitev delovanja tkalskih strojev v primeru popravil je le še preteklost. Izboljšajte svojo proizvodno učinkovitost in prožnost še danes. Če boste potrebovali našo pomoč, so vam naši strokovnjaki vedno na voljo.

Vdevalna naprava Delta 110: ne samo za rokavice



[www.staubli.com](http://www.staubli.com)

TEXTILE   
FROM YARN TO FABRIC

# STÄUBLI

# Irspin

Kidričeva 1, 1270 LITJA

*Industrijski razvojni center slovenske predilne industrije – IRSPIN je leta 2000 ustanovilo šest slovenskih tekstilnih podjetij s ciljem njihovega povezovanja na področjih razvoja izdelkov in tehnologij, izobraževanja, izmenjave in prenosa znanja iz izobraževalnih in razvojnih institucij v podjetja in med podjetji.*

*IRSPIN upravlja svet zavoda IRSPIN, katerega člani so direktorji ustanoviteljev in članov. Strokovne podlage za delo tehnološkega centra oblikuje strokovni svet, katerega člani so vodje razvojnih oddelkov ustanoviteljev in članov.*

## Ustanovitelji in člani IRSPINA

Beti pletiva, Metlika  
Gorenjska predilnica, Škofja Loka  
Ibi, Kranj  
Inplet pletiva, Sevnica  
Odeja, Škofja Loka  
Predilnica Litija, Litija  
Svilanit, Kamnik  
Tekstina, Ajdovščina  
Tosama, Domžale  
Velana, Ljubljana  
Zvezda, Tekstilna tovarna, Kranj  
Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta  
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo,  
Inštitut za inženirske materiale in oblikovanje

## POMEMBNEJSI ZAKLJUČENI PROJEKTI

- ☞ Koordinator programa: Razvoj infrastrukture za prenos inovacij v tekstilno industrijo Slovenije. Program sta sofinancirala Ministrstvo za gospodarstvo in Evropski sklad za regionalni razvoj. V programu je sodelovalo 10 članov Irsrina, izvedba treh razvojno raziskovalnih in enega investicijskega projekta v letih 2004–2006.
- ☞ Koordinator razvojno tehnološkega projekta: Razvoj tridimenzionalnih tekstilnih izdelkov. Projekt sta sofinancirala Ministrstvo za gospodarstvo in Evropski sklad za regionalni razvoj. V projektu je sodelovalo pet članov Irsrina, izvajal se je v letih 2006–2007.
- ☞ Koordinator Eureka projekta: Rainbow. Projekt se je izvajal v letih 2004–2006 v sodelovanju partnerjev iz Avstrije, Poljske in Slovenije.

## PROJEKTI V TEKU

- ☞ Od trga do posameznikove usmerjenosti: Zemljevid masovne kustomizacije in personalizacije za tekstilne integrirane izdelke in usluge; projekt, katerega naročniki so tehnološki centri Slovenije, Nemčije, Avstrije in Belgije in ga sofinancira Evropska komisija v sklopu ERA NET raziskav. Poteka raziskava možnosti implementacije MCP koncepta v evropsko tekstilno industrijo na področju dekorative, preprogarstva, tekstilij za mobilne sisteme in zaščitnih tekstilij. Sodeluje osem članov Irsrina.
- ☞ Funkcionalno oblačilo slovenskega bojevnika: IRSPIN je partner v raziskovalnem projektu, ki ga financirata Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo in Ministrstvo za obrambo. V sodelovanju z MORS-om se po programu razvijajo izdelki za izdelavo funkcionalnih delov oblačil za slovenskega vojaka.
- ☞ Sekretariat Slovenske tekstilne tehnološke platforme.
- ☞ Partner v dveh projektih 7. okvirnega evropskega programa za raziskave in razvoj, ki se bodo začeli izvajati v naslednjem letu: Novel Temperature Regulating Fibres and Garments Water in Industry, Fit-for-Use.
- ☞ Seminarji in delavnice za člane tehnološkega centra.

Kontakt • tel: 01 899 02 10 • faks: 01 898 42 13 • e-pošta: vera.zlabravec@litija.com

