

tekstilec

7-9/2011 • vol. 54 • 145-208

ISSN 0351-3386

UDK 677 + 687 (05)



Časopisni svet/Publishing Council

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

Glavna in odgovorna urednica/ Editor-in-chief

Diana Gregor Svetec

Namestnica glavne in odgovorne urednice/Assistant Editor

Majda Šfiligoj Smole

Izvršna urednica/Executive Editor

Anica Levin

Uredništvo/Editorial board

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

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

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

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

Izvillečki tekstilca so pisno objavljeni v/ Abstracted and Indexed in

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

tekstilec

ISSN 0351-3386

VOLUME 54 • NUMBER 7-9 • 2011 • UDK 677 + 687 (05)

IZVLEČKI/abstracts

147 Izvlečki • *Abstracts*

ČLANKI/papers

149 Okoljski vplivi različnih razkuževalnih postopkov nege tekstilij • Izvirni znanstveni članek
Environmental Impacts of Various Disinfection Procedures during Laundering • Original Scientific Paper
Branko Neral, Sonja Šostar-Turk, Sabina Fijan

172 Uporaba kremenove mikrotehnice za spremljanje adsorpcije biopolimerov • Izvirni znanstveni članek
Use of Quartz Crystal Microbalance (QCM) for Biopolymers Adsorption Studies • Original Scientific Paper
Aleš Doliška

181 Oznaka CE • Strokovni članek
CE Marking • Professional Paper
Urška Vrabič Brodnjak

STROKOVNI DEL/ technical notes

185 Predstavitev mednarodnega projekta Cornet št. 9 – AOP4WATER
• Mednarodni projekt

189 SURFUNCCELL – Površinska funkcionalizacija celuloznih matric z nanodelci, ki so oploščeni s celulozo • Mednarodni projekt

190 Poslovanje tekstilne, oblačilne in usnjarskopredelovalne industrije v prvem polletju 2011 • Aktualno doma

191 CORNET: Mednarodni projekt o čiščenju odpadnih voda iz tekstilne industrije • Aktualno doma

192 Zavod IRCUO: Natečaj TOP 5 naj inovativnih izdelkov
• Aktualno doma

195 Etnokolekcija „Belo“ • Oblikovanje

tekstilec

Ustanovitelj / Founded by

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

Urejanje, izdajanje in sofinanciranje/

Editing, publishing and financially supported by

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

Revijo sofinancira/Journal is financially supported by

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

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

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

Letna naročnina

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

Cena posamezne številke je 10 €

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

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

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

Izdajatelj/Publisher

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

Naslov uredništva/Editorial Office Address

Uredništvo Tekstilec, Snežniška 5, p.p. 312, SI–1000 Ljubljana
Tel./Tel.: + 386 1 200 32 00, +386 1 252 44 17
Faks/Fax: + 386 1 200 32 70
E-pošta/E-mail: tekstilec@ntf.uni-lj.si
Spletni naslov/Internet page: <http://www.ntf.uni-lj.si/ot/>

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

Oblikovanje/Design Tanja Urbanc

Prelom in priprava za tisk/DTP Barbara Blaznik

Fotografija na naslovnici/Cover Photo No. 7–9 www.sxc.hu

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

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

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

Izvirni znanstveni članek *Original Scientific Paper*

Branko Neral¹, Sonja Šostar-Turk², Sabina Fijan^{1,2}

¹ Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Inštitut za inženirske materiale in oblikovanje, Smetanova 17, 2000 Maribor/
University of Maribor, Faculty of Mechanical Engineering, Institut for Engineering Materials and Design, Smetanova 17, 2000 SI – Maribor, Slovenia

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za zdravstvene vede, Žitna ulica 15, 2000 Maribor/University of Maribor, College of Nursing Studies, Žitna ulica 15, SI – 2000 Maribor, Slovenia

Okoljski vplivi različnih razkuževalnih postopkov nege tekstilij

Environmental Impacts of Various Disinfection Procedures during Laundering

Od postopkov nege tekstilij za zdravstvene ustanove in živilsko industrijo se zahteva razen odstranjevanja nečistoč tudi zagotavljanje ustrezne stopnje higijene. Ob klasičnem kombiniranem kemijsko-termičnem postopku razkuževanja se čedalje bolj uveljavlja tudi postopek nege tekstilij, ki ima osnovo v tehnologiji tekočega CO₂ (LCO₂). V dosedanjih raziskavah postopkov nege je bilo v središču zanimanja predvsem vrednotenje razkuževalnih učinkov, medtem ko so bili vplivi na okolje nekoliko potisnjeni v ozadje.

Raziskava je bila osredotočena na primerjavo okoljskih vplivov, ki jih povzročata kemijsko-termičen in CO₂ postopek nege medicinskih tekstilij. Za vrednotenje razkuževalnega učinka so bili uporabljeni bioindikatori, klasična in prototipna LCO₂ oprema za nego tekstilij, pralna, razkuževalna in pomožna sredstva ter oprema in metode za preskušanje.

Opravljene so bile ekološke analize odpadnih pralnih vod kemijsko-termičnega razkuževalnega procesa v skladu z Uredbo o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz naprav za pranje in kemično čiščenje tekstilij (UL RS 41/2007). Izdelane so bile energetske in okoljske bilance za oba negovalna postopka, pri čemer je bila upoštevana metodologija ocene življenjskega cikla izdelka/storitve LCA, popisa stanja LCI ter ocena vplivov na okolje v času življenjskega cikla LCIA.

Rezultati raziskave kažejo, da je porabljena energija za 1 kg opranih tekstilij pri enokopelnem postopku LCO₂ za 2800 kJ manjša kot pri kemijsko-termičnem. Ugotovljeno je bilo tudi, da klasičen kemijsko-termični postopek daje štirikrat višji indeks globalnega segrevanja (GWP₁₀₀) in indeks zakisljevanja (AP), torej sprošča tudi štirikrat več emisij toplogrednih plinov in plinov zakisljevanja kot enokopelni LCO₂ razkuževalni postopek nege tekstilij.

Ključne besede: nega tekstilij, obdelava LCO₂, odpadne vode, LCA, ekologija

The laundering procedures for health institutions and the food-processing industry must ensure the elimination of impurities and ap-

propriate levels of hygiene. In addition to the classical combination of chemo-thermal disinfection procedures, the laundering procedure based on the liquid carbon dioxide (LCO) technology is becoming more and more assertive. In the previous studies on laundry care processes, the evaluations of disinfection effects have become prominent, while sadly the environmental impacts have remained in the background.

The research focused on comparing the environment impacts caused by chemical-thermal and CO₂ laundering procedures regarding medical textiles. Bioindicators, classical and prototype LCO₂ equipment for the textile laundry, detergents, disinfectants and auxiliary agents, as well as the sampling equipment and sampling methods were used for the evaluation of disinfection effects. This paper introduces performed wastewater ecological analyses using a chemo-thermal procedure in accordance with the Slovenian regulation on the substance emission during the removal of wastewater from laundries and dry-cleaner's (Slovenian Official Gazette 41/2007). Energy and environmental balances for both laundering procedures were prepared. Life cycle assessment (LCA), life cycle inventories (LCI) and life cycle impact assessment (LCIA) methodologies were taken into account.

The results of our investigation point to the fact that the energy used for 1 kg of textiles during one-bath LCO₂ procedure is in comparison with the chemo-thermal procedure lower by 2,800 kJ. It was also discovered that a classical chemo-thermal procedure has four times higher global warming potential (GWP_{TGP}) and acidification potential (AP) than the one-bath LCO₂ laundering procedure, regarding disinfection.

Keywords: textile care, LCO₂ procedure, wastewaters, LCA, ecology.

Izvirni znanstveni članek *Original Scientific Paper*

Aleš Doliška^{1,2}

¹ Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za obdelavo in preskušanje polimernih materialov, Smetanova 17, 2000 Maribor/University of Maribor, Faculty of Mechanical Engineering, Laboratory for Characterisation and Processing of Polymers, Smetanova 17, SI – 2000 Maribor, Slovenia

² Center odličnosti za polimerne materiale in tehnologije, Tehnološki park 24, 1000 Ljubljana/Centre of Excellence for Polymer Materials and Technologies, Tehnološki park 24, 1000 Ljubljana, Slovenia

Uporaba kremenove mikrotehnice za spremljanje adsorpcije biopolimerov

Use of Quartz Crystal Microbalance (QCM) for Biopolymers Adsorption Studies

Uporaba polimerov naravnega izvora oziroma biopolimerov se v zadnjih letih povečuje, posebno na področju biorafinerije. Najobetavnejši biopolimeri so rastlinski polisaharidi, ki so potencialni materiali tudi za hidrokoloidne in nove napredne narav-

ne materiale. Velika količina potencialno uporabnih hemiceluloz se zavrže med proizvodnjo termomehانيčne pulpe (TMP) z odpadnimi procesnimi vodami. Hemiceluloze iz mehkega lesa, kot je smrekovina, so bile testirane kot material za proizvodnjo biorazgradljivih filmov in hidrokolidov.

Adsorpcija in stabilnost teh adsorbiranih hemiceluloznih filmov sta pomembna dejavnika v koloidni in prehranski kemiji. Ena od tehnik, s katerimi lahko spremljamo adsorpcijo v realnem času, je kremenova mikrotehnika (QCM-D). V našem prispevku smo uporabili kremenovo mikrotehniko za adsorpcijo hemiceluloz iz smrekovine na modelno površino polietilenteraftalata (PET). Dodana sol je povečala stopnjo adsorpcije hemiceluloz na površino PET zaradi omiljenja odbojnih sil med negativno nabito površino PET in negativnimi skupinami v hemicelulozah.

Ključne besede: QCM-D, hemiceluloze, PET, termomehانيčna pulpa (TMP), galaktoglukomanan

The importance of biomaterials has been on the increase during the last years, especially in the field of biorefineries. The most abundant biopolymers are plant polysaccharides, which are potential materials for hydrocolloids and novel advanced natural materials. During the thermomechanical pulp (TMP) production, a huge amount of hemicelluloses with a great application potential are disposed with process waters. Hemicelluloses from spruce wood were tested as the material for the production of biodegradable films and as hydrocolloids.

Therefore, the adsorption process and stability of adsorbed hemicellulose films are important in the colloid and food chemistry. One of the techniques which can be used for the in situ adsorption studies is quartz crystal microbalance with dissipation unit (QCM-D). In our study, QCM-D was used for monitoring the adsorption of hemicellulose from spruce wood onto model poly(ethyleneterephthalate) (PET) surface. The added salt increased the adsorption of hemicelluloses from softwood due to the shielding of repulsive forces between the negative charges of the PET surface and negative charge groups in hemicelluloses.

Keywords: QCM-D, hemicellulose, PET, thermomechanical pulp (TMP), galactoglucomanan

Strokovni članek *Professional Paper*

Urška Vrabič Brodnjak

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

Oznaka CE

CE Marking

Oznaka CE je glavni kazalec skladnosti izdelka in potrjuje, da izdelek izpolnjuje bistvene zahteve glede varnosti potrošnikov, zdravja, varovanja okolja, kot jih določa zakonodaja Evropske unije. Z označevanjem izdelkov v skladu z zakonodajo se varuje javni interes z zahtevami po varnih izdelkih, saj se s pomočjo zakonodajnih mehanizmov podpira in omogoča prost pretok blaga znotraj EU. Področje, ki ga vključuje označevanje z oznako CE, je obsežno in zahtevno. Velikokrat prihaja do nejasnih in nerazumljivih razlag opisa oznake, kot so „China Export“ (izvoz iz Kitajske) ali „China Electronics“ (kitajska elektronika) itd. Treba je vedeti, da oznaka ne razkriva izvora izdelka.

Ključne besede: oznaka CE, skladnost izdelka, zakonodaja EU, evropski gospodarski prostor

The CE marking is the main indicator of product compliance, confirming whether a product meets the essential requirements for consumer safety, health and environmental protection, as defined by the law of the European Union. The labelling of products in accordance with law protects the public interest by requiring safe products through legislative mechanisms to support and facilitate the free movement of goods within the EU. The area covered by the CE Marking is extensive and demanding.

Frequently, there is an incomprehensible explanation of the description tag, e.g. "China Export" or "China Electronics" etc. It should be noted that the marking does not reveal the origin of the product.

Keywords: CE marking, product compliance, EU law, European Economic Area

Environmental Impacts of Various Disinfection Procedures during Laundering

Original Scientific Paper

Received July 2011 • Accepted September 2011

Abstract

The laundering procedures for health institutions and the food-processing industry must ensure the elimination of impurities and appropriate levels of hygiene. In addition to the classical combination of chemo-thermal disinfection procedures, the laundering procedure based on the liquid carbon dioxide (LCO) technology is becoming more and more assertive. In the previous studies on laundry care processes, the evaluations of disinfection effects have become prominent, while sadly the environmental impacts have remained in the background.

The research focused on comparing the environment impacts caused by chemical-thermal and CO₂ laundering procedures regarding medical textiles. Bioindicators, classical and prototype LCO₂ equipment for the textile laundry, detergents, disinfectants and auxiliary agents, as well as the sampling equipment and sampling methods were used for the evaluation of disinfection effects.

This paper introduces performed wastewater ecological analyses using a chemo-thermal procedure in accordance with the Slovenian regulation on the substance emission during the removal of wastewater from laundries and dry-

Vodilni avtor/corresponding author:

doc. dr. Branko Neral

tel.: +386 2 220 78 93

e-mail: branko.neral@uni-mb.si

Branko Neral¹, Sonja Šostar-Turk², Sabina Fijan^{1,2}

¹ Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Inštitut za inženirske materiale in oblikovanje, Maribor, Slovenija

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za zdravstvene vede, Maribor, Slovenija

Okoljski vplivi različnih razkuževalnih postopkov nege tekstilij

Izvirni znanstveni članek

Poslano julij 2011 • Sprejeto september 2011

Izvleček

Od postopkov nege tekstilij za zdravstvene ustanove in živilsko industrijo se zahteva razen odstranjevanja nečistoč tudi zagotavljanje ustrezne stopnje higijene. Ob klasičnem kombiniranem kemijsko-termičnem postopku razkuževanja se čedalje bolj uveljavlja tudi postopek nege tekstilij, ki ima osnovo v tehnologiji tekočega CO₂ (LCO₂). V dosedanjih raziskavah postopkov nege je bilo v središču zanimanja predvsem vrednotenje razkuževalnih učinkov, medtem ko so bili vplivi na okolje nekoliko potisnjeni v ozadje.

Raziskava je bila osredotočena na primerjavo okoljskih vplivov, ki jih povzročata kemijsko-termičen in CO₂ postopek nege medicinskih tekstilij. Za vrednotenje razkuževalnega učinka so bili uporabljeni bioindikatorji, klasična in prototipna LCO₂ oprema za nego tekstilij, pralna, razkuževalna in pomožna sredstva ter oprema in metode za preskušanje. Opravljene so bile ekološke analize odpadnih pralnih vod kemijsko-termičnega razkuževalnega procesa v skladu z Uredbo o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz naprav za pranje in kemično čiščenje tekstilij (UL RS 41/2007).

Izdelane so bile energetske in okoljske bilance za oba negovalna postopka, pri čemer je bila upoštevana metodologija ocene življenjskega cikla izdelka/storitve LCA, popisa stanja LCI ter ocena vplivov na okolje v času življenjskega cikla LCIA. Rezultati raziskave kažejo, da je porabljena energija za 1 kg opranih tekstilij pri enokopelnem postopku LCO₂ za 2800 kJ manjša kot pri kemijsko-termičnem. Ugotovljeno je bilo tudi, da klasičen kemijsko-termični postopek daje štirikrat višji indeks globalnega segrevanja (GWP₁₀₀) in indeks zakisljevanja (AP), torej sprošča tudi štirikrat več emisij toplogrednih plinov in plinov zakisljevanja kot enokopelni LCO₂ razkuževalni postopek nege tekstilij.

cleaner's (Slovenian Official Gazette 41/2007). Energy and environmental balances for both laundering procedures were prepared. Life cycle assessment (LCA), life cycle inventories (LCI) and life cycle impact assessment (LCIA) methodologies were taken into account.

The results of our investigation point to the fact that the energy used for 1 kg of textiles during one-bath LCO₂ procedure is in comparison with the chemo-thermal procedure lower by 2,800 kJ. It was also discovered that a classical chemo-thermal procedure has four times higher global warming potential (GWP_{TGP}) and acidification potential (AP) than the one-bath LCO₂ laundering procedure, regarding disinfection.

Keywords: textile care, LCO₂ procedure, waste-waters, LCA, ecology.

1 Introduction

Laundering is a complex process where the synergy of temperature, time, detergent and kinetic energy combines within an aqueous medium in order to ensure the elimination of impurities, thus providing the required quality of textile care. Water plays a significant and predominant role during the laundering process. It enables the wetting of textiles by superseding the air within fibres, it is a transportation system which supplies the heat and kinetic energy, it acts as a dispersing agent, which with the help of a detergent, absorbs inorganic and organic impurities and microorganisms, and prevents their redeposition onto a textile surface or onto the parts of a washing machine. It is well known that laundries consume large amounts of water and at the same time produce large quantities of laundering wastewater of heterogeneous impurities [1, 2]. The types and quantities of textiles, as well as the laundering procedure have an important influence on the degree and composition of laundering wastewater. When talking about wastewaters, laundries are torn between the economical and legislative demands. As stated by Simonič et al [3], large laundries that consume large quantities of fresh water during their daily operations require higher investment and operating costs regarding the wastewater treatment. Therefore,

Ključne besede: nega tekstilij, obdelava LCO₂, odpadne vode, LCA, ekologija

1 Uvod

Pranje tekstilij je kompleksen proces, pri katerem se s pomočjo sinergije temperature, časa, pralnega sredstva in kinetične energije mencanja v vodnem mediju odstranjujejo nečistoče, s čimer se zagotavlja ustrezna kakovost nege. Pri pranju ima voda izjemno pomembno vlogo, saj omogoča omakanje tekstilij z izrivanjem zraka iz vlaken, je transportno sredstvo, ki dovaja toplotno in kinetično energijo, zadržuje v sebi s pomočjo pralnega sredstva dispergirane nečistoče in mikroorganizme ter preprečuje njihovo posedanje na tekstilijo ali površine strojne opreme. Znano je, da so pralnice velik porabnik vode ter hkrati povzročajo velike količine odpadnih pralnih vod raznolikih onesnaženosti [1, 2]. Na stopnjo in sestavo odpadnih pralnih vod pomembno vplivata vrsta in količina negovanih tekstilij ter nečistoče in postopek pranja. Pralnice so tako glede pralnih vod razpete med ekonomskimi in zakonodajnimi zahtevami. Kot ugotavlja Simonič s sodelavci [3], so za večje pralnice, ki porabijo velike količine sveže vode pri dnevnem obratovanju, investicijski in obratovalni stroški čiščenja odpadne vode previsoki, da bi bila njihova ponovna uporaba ekonomsko upravičena. In na drugi strani, slovenska [4] in evropska okoljska zakonodaja zahtevata od pralnic, da nenehno zmanjšujejo količine porabljenih in odpadnih pralnih vod [5] ter energije, na čemer temelji Evropska okoljska zaveza in strategija trajnostnega razvoja do leta 2020 (povečanje energetske učinkovitosti za 20 %, zmanjšanje emisij toplogrednih plinov za 20 %) [6].

Bolnišnične tekstilije lahko vsebujejo različne vrste mikroorganizmov ter s tem pomenijo potencialno nevarnost za zdravje bolnikov, kot tudi za zaposlene v zdravstvenih ustanovah [7, 8]. Od postopkov nege se upravičeno pričakuje, da zagotovijo razen odstranjevanja nečistoč tudi ustrezno stopnjo higiene tekstilij, kot jih navajajo priporočila RKI (*nem. Robert Koch Institute Berlin*) [9] ali DGHM (*nem. Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie Hannover*) [10]. Že Jaska in Fredell [11] sta ugotovila, da med procesoma odstranjevanja nečistoč in mikroorganizmov iz tekstilij ni bistvenih razlik. Na odstranjevanje bakterij, gliv in virusov iz tekstilij v procesu nege odločilno vplivajo temperatura pranja, kopelno razmerje, dodatek belilnih sredstev, čas pranja ter z njimi povezani mehansko-kemijski mehanizmi. Prav tako sta Jaska in Fredell dokazala, da zviševanje temperature pralne kopeli nad 60 °C povečuje učinkovitost odstranjevanja mikroorganizmov. Pomembna je tudi ugotovitev, da se pri temperaturah pralnih kopeli, nižjih od 50 °C, odstrani iz tekstilije v kopel 95 odstotkov mikroorganizmov, vendar ti preživijo proces pranja [12, 13] ter pomenijo nevarnost širjenja okužb. Danes lahko antimikrobne učinkine pri negi bolnišničnih tekstilij ali tekstilij za živilsko industrijo pralnice dosežejo

the recycling and reuse is economically unjustified. On the other hand, the Slovenian [4] and European environmental legislation demand from laundries a continuous reduction in the amount of fresh water and wastewater, plus the consumed energy during the laundering process. This is based on "The commitment, obligation and strategy for sustainable development in the European Union" (an increase in the energy efficiency of 20%, a reduction in the greenhouse gas (GHG) of 20%) [6].

Hospital textiles may contain various types of microorganisms, thus posing a potential risk for the health of patients and staff in health facilities and institutes [7, 8]. The laundering procedures must ensure the cleansing of impurities and also an appropriate level of textile hygiene, as indicated by the recommendations of RKI (Robert Koch Institute, Berlin) [9] or DGHM (Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie, Hannover) [10]. Jaska and Fredell already found significant differences between the processes of eliminating impurities and microorganisms from textiles [11]. During the laundering process, the temperature, bath ratio and mechanochemical mechanisms play a significant role in the elimination of bacteria, fungi and viruses from textiles. Jaska and Fredell also proved that by increasing the laundering bath temperatures above 60 °C, the efficiencies of microorganism elimination increase as well. Moreover, it was also established that the laundering bath temperatures lower than 50 °C remove 95% of microorganisms from the textile into the bath. However, these microorganisms survive the laundering process [12, 13] and present a potential danger as they can spread infection. Nowadays, the disinfection effects on hospital textiles or textiles for the food industry can be achieved using conventional procedures, e.g. thermal, low temperature chemicals or by combining both procedures. More commonly used is the chemo-thermal disinfection laundering procedure, although the chemical and thermal procedures are being used less prevalently due to their large consumption of energy, water and high concentrations of chemicals. The latter could predominantly affect the length of the use-life of textiles or laundry equipment [14]. The classical disinfection laundering pro-

s konvencionalnimi postopki, kot so termični, nizektemperaturni kemijski ali s kombinacijo obeh postopkov. Najpogosteje se uporablja kemijsko-termični postopek razkuževanja tekstilij, medtem ko sta kemijski in termični postopek manj razširjena zaradi velike porabe energije, vode in visokih koncentracij pralnih sredstev, ki lahko odločilno vplivajo na skrajšanje življenjske dobe tekstilij ali strojnih delov opreme za pranje [14].

Razen klasičnih postopkov razkuževanja tekstilij, katerih ekološke in energetske pomanjkljivosti omejujejo njihovo uporabo, se intenzivno raziskujejo in razvijajo tudi nove tehnologije in procesi nege tekstilij, ki so zasnovani na ozoniranju, UV-sevanju in mikrovalovih ter tehnologiji CO₂. Med njimi nedvomno izstopa tehnologija CO₂, ki se je že dodobra uveljavila v visokotlačnih separacijskih procesih in kemijskih sintezah [15]. Znano je, da je ogljikov dioksid negorljiv plin brez barve, vonja in okusa. Pridobiva se iz naravnih virov in deloma iz industrijskih odpadnih plinov [16, 17]. Uporaba tehnologije CO₂ na področju plemenitenja ni povsem neznana. V začetku devetdesetih let prejšnjega stoletja se je tehnologija nadkritičnega CO₂ uporabljala (120 barov) za barvanje PES vlaken [18, 19] ter pozneje skoraj docela zamrla, kar lahko pripišemo cenovno zahtevni in robustni strojni opremi, izrednim varnostnim zahtevam ter predvsem zaostrenim gospodarskim razmeram in modnim trendom, ki so se prevesili na stran naravnih vlaken.

Začetki razvoja nege tekstilij s tekočim CO₂ (LCO₂, *angl. Liquid Carbon Dioxide*), ki se uvršča med suhe postopke nege, segajo v sredino sedemdesetih let prejšnjega stoletja. Nega z LCO₂ poteka pri tlakih med 40 in 60 bari in temperaturah med 5 in 20 °C [20, 21]. Je tehnologija, ki naj bi v ZDA do leta 2020 nadomestila čiščenje tekstilij s perkloretilenom (PER) in ogljikovodikovimi topili (OVT) [17, 22]. Tudi EU se zaveda zdravstvenih in ekoloških vplivov kemičnega čiščenja s PER, katerega letna emisija v EU znaša 70.000 t [23], zato njene okoljske in energetske strategije vključujejo postopen prehod na „zeleno“ tehnologije pranja in čiščenja tekstilij [24]. Kot poroča Van Roosmalen [25], lahko LCO₂ učinkovito odstranjuje nečistoče brez segrevanja ali hlajenja pri sobni temperaturi. Relativno veliki delci (> 20 µm) se lahko odstranijo v LCO₂ z intenzivnim mehanskim delovanjem, medtem ko je delce nečistoč, manjše od 20 µm, mogoče iz tekstilije odstraniti le s kombinacijo mehanskega delovanja in površinsko aktivnega sredstva.

Primerjava učinkov različnih mokrih in suhih postopkov nege tekstilij [23, 26] je razkrila, da je čiščenje z LCO₂ ali OVT za 10 do 20 odstotkov učinkovitejše kot čiščenje s PER. Prav tako so učinki čiščenja z LCO₂ primerljivi ali nekoliko večji od učinkov pranja in mokrega čiščenja. Ugotovljeno je bilo, da suho čiščenje z LCO₂ ne povzroča dimenzijskih sprememb, sprememb barvnih karakteristik pigmentno barvanih in tiskanih ter kosmičenih tekstilij, zmanjšanje mase ploskih tekstilij in pilinga. Učinkovitost odstranjevanja madežev z LCO₂ se giblje med 60 in 100 odstotki v primerjavi s PER ter je odvisna od sestave madeža [21, 23].

cedures can be used; however, they are a subject to the environmental and energy restrictions regarding their usage.

Therefore, an intensive research and development are being performed on new textile care technologies and processes. These researches are based on ozone, UV radiation and microwaves, and CO₂ technology. The CO₂ technology clearly stands out from among these, as it is already well-established within the high-pressure separation processes and chemical syntheses [15]. CO₂ is a non-flammable colourless gas with no odour or taste. It is derived from natural sources and partly from industrial waste gases [16, 17]. The use of the CO₂ technology for textile finishing is not entirely unknown. In the early 1990s, a supercritical CO₂ technology (120 bar) was used in the dyeing of PES fibres [18, 19], which later almost completely disappeared. This was attributed to the expensive and robust equipment, special security requirements and a tougher economic situation, as well as to the fashion trends that have turned towards natural fibres.

Pioneering the treatment of textiles using the liquid carbon dioxide (LCO₂) laundry development, which belongs to dry-cleaning laundry methods, dates back to the mid-1970s. The textile care using LCO₂ was performed under pressure between 40 and 60 bar, and within the temperature range between 5 and 20 °C [20, 21]. This is the technology that is to be replaced in the USA after 2020 with textile cleaning using perchloroethylene (PER) and hydrocarbon solvents (HCS) [17, 22]. The EU is also aware of the health and ecological impacts of dry-cleaning with PER, the annual emissions of which in the EU amounts to 70,000 t [23]. This is why the EU's environmental and energy strategies include a successive transition towards "green" laundry and cleaning technologies [24]. As reported by Van Roosmalen [25], LCO₂ can efficiently remove impurities at room temperature, without any heating or cooling. Relatively large particles (> 20 µm) can be removed during the LCO₂ procedure using intensive mechanical action, whilst impure particles smaller than 20 µm can be removed from textiles only with a combination of mechanical agitation and a surface-active agent.

Nedvomno so rezultati raziskav učinkov nege tekstilije pripomogli k intenzivnemu razvoju tehnologije LCO₂ in naraščajočemu številu LCO₂ strojev v industrijskih pralnicah v ZDA in EU [23, 27].

Tudi na področju higiene tekstilij in LCO₂ potekajo poglobljene raziskave, ki so pretežno usmerjene na področje pralnih in razkuževalnih sredstev, pogojev razkuževanja ter odpravljanja pomanjkljivosti klasičnih razkuževalnih postopkov nege. Znano je [28, 29], da difuzija razkuževalnih sredstev v vlakno poteka izjemno počasi, kar zahteva podaljšanje časa postopka nege in s tem kopičenje težav, povezanih z morfološki spremembami toplotno občutljivih tekstilij. Na drugi strani lahko preostanek razkuževala ogrozi zdravje uporabnika, posledica tega pa je, da večine materialov za oskrbo ran (sintezni biomateriali, ki aktivno posegajo v biokemični proces celjenja rane [30]) in vsadkov ni mogoče kemijsko razkuževati. Pomembno je tudi, da je večina obstoječih razkuževalnih sredstev lahko vnetljivih, potencialno toksičnih, s čimer ogrožajo varnost in zdravje zaposlenih v pralnici ter obremenjujejo okolje [31].

Visoki razkuževalni učinki so bili doseženi pri obdelavi okuženih tekstilij s CO₂ pri temperaturah med 32 in 120 °C ter tlakom od 70 do 300 barov, s hitrimi periodičnimi spremembami delovnih tlakov, kot tudi s hitrimi prehodi z delovnega tlaka CO₂ na atmosferski tlak [32, 33]. Raziskave so prav tako potrdile, da ima LCO₂ pri 20 °C in tlaku 70 barov razkuževalni učinek zaradi nastanka ogljikove kisline pri raztapljanju CO₂ v sproščeni vlagi iz bombažne tekstilije [34]. Za razvoj razkuževalnih postopkov nege tekstilij je pomembna tudi ugotovitev, da je mogoče doseči razkuževalni učinek s kombinacijo LCO₂ in vode (< 1 %) že pri temperaturah med 20 in 65 °C ter pri delovnem tlaku CO₂, ki je nižji od 50 barov [31].

V sklopu projekta FP7 „ACCEPT“, ki se je končal konec leta 2010, so bili raziskani in razviti postopki nege tekstilij s tehnologijo LCO₂ [35]. V pripravo in definiranje projektnih nalog, kakor tudi v izvedbo projekta, so bili vključeni trije centri znanja ter osem podjetij, od izdelovalcev pralnih sredstev in razkužil, medicinske opreme in vsadkov, proizvajalcev pralne tehnike, do industrijskih pralnic iz različnih evropskih držav [36]. Izvedba projekta je bila razdeljena v dve fazi. V prvi so bile opravljene raziskave in razvoj pralnih in razkuževalnih sredstev, postopkov nizkotemperaturnega razkuževanja tekstilij, usnja ter medicinskih pripomočkov s tehnologijo LCO₂. V središču pozornosti druge faze projekta so bile analize in vrednotenje ekoloških vplivov, ki jih povzročajo različni postopki nege medicinskih tekstilij. Analizirani so bili klasični in tudi na novo razviti nizkotemperaturni LCO₂ razkuževalni postopki nege. Uporabljeni sta bili metodologiji vrednotenja ekoloških parametrov odpadnih vod ter ocene življenjskega cikla izdelka/storitve LCA (angl. Life Cycle Assessment), popisa stanja LCI (angl. Life Cycle Inventory) in ocene vplivov na okolje LCIA (angl. Life Cycle Impact Assessment) na osnovi standardov [37]. V članku je predstavljena primerjava vplivov na okolje za dva razku-

Comparisons between different wet and dry-cleaning textile care procedures showed [23, 26] that the cleaning with LCO₂ or HCS provides by 10–20% higher cleaning effects than the cleaning with PER. The LCO₂ cleaning effects are comparable or even somewhat higher than the effects of laundering and wet cleaning. It was discovered that the LCO₂ dry-cleaning does not cause changes in the dimensional and colour characteristics of dyed, printed or flocked textiles, as well as no weight reduction of the fabric or pilling. The stain removal efficiency with LCO₂ depends on the stain composition and is between 60%–100% compared to the PER procedure [21, 23].

The results of the research where textile care effects were evaluated undoubtedly contributed to the intensive development of the LCO₂ technology and the increasing number of LCO₂ industrial washing machines in commercial laundries in the USA and EU [23, 27].

In-depth investigations have been conducted in the field of laundry hygiene and LCO₂, mainly focusing on the laundering and disinfection agents, disinfection conditions and the elimination of imperfections regarding classical disinfection processes. The diffusion of disinfection agent into the fibre is a slow process [28, 29], which reflects in the prolonging of laundering time and consequently, in an accumulation of difficulties concerning the morphological changes to heat-sensitive textiles. On the other hand, the residue of the disinfection agent could compromise the health of the user with the result that most of the wound-care materials (synthetic biomaterials which actively interfere in the biochemical wound healing process [30]) and implants are impossible to disinfect. The fact cannot be neglected that most available disinfectants are flammable, potentially toxic, and thereby jeopardise the health and safety of employees in laundries. At the same time they present environmental stressors [31].

High disinfection effects were achieved when contaminated textiles were CO₂ treated at the temperatures between 32–120 °C, at pressures from 70–300 bar and with rapid periodic changes in the working pressure, as well as rapid transmission from working to atmospheric pressure [32, 33]. The research also confirms

ževalna postopka nege tekstilij, za kemijsko-termičen in enokopelni LCO₂, ki zagotavljata identično stopnjo higiene.

2 Eksperimentalni del

Izvedena sta bila kemijsko-termičen in enokopelni LCO₂ postopek nege tekstilij s ciljem, da se ovrednoti stopnja redukcije mikroorganizmov in okoljskih vplivov. Razkuževalni učinek se je določil tako, da so se v laboratorijskih razmerah izvedli postopki pranja različnih bioindikatorjev, ki so bili izbrani na podlagi priporočil [8]. Uporabljena je bila klasična in prototipna LCO₂ oprema za nego tekstilij ter pralna, razkuževalna in pomožna sredstva. Fazi pranja in vrednotenju razkuževalnega učinka je sledila faza ugotavljanja in primerjave okoljskih vplivov postopkov nege ter popis stanja življenjskega cikla postopkov LCI, ki je bil podlaga za oceno vplivov na okolje LCIA.

2.1 Bioindikatorji

Za vrednotenje razkuževalne učinkovitosti postopkov nege so bili uporabljeni tekstilni bioindikatorji z naslednjimi bakterijskimi kulturami: *Enterococcus faecium* ATCC 6057, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048 in *Candida albicans* ATCC 2091. Kot nosilec bakterijskih kultur je bila uporabljena bombažna tkanina z lastnostmi, ki so ustrezale standardu ISO2267 [38] ter so navedene v preglednici 1. Bioindikatorji so bili pripravljeni v zaporedju faz in v razmerah, navedenih v predhodnih raziskavah [7, 39].

2.2 Kemijsko-termični postopek nege

V laboratorijskih razmerah je bil izveden klasičen proces nege bolnišničnih tekstilij, sestavljen iz predpranja, glavnega pranja, izpiranj, nevtralizacije in ožemanja. Za izvedbo kemijsko-termičnega razkuževalnega postopka je bil uporabljen bobnasti pralni stroj Wascator Nyborg W365H MP Electrolux (Švedska) s polnilno zmogljivostjo 7,5 kg, prostornino bobna 75 l, z možnostjo programiranja procesa pranja in mikroprocesorsko regulacijo časa, temperature in mehanske obdelave. Pralna, razkuževalna in nevtralizirna sredstva so bila dozirana z napravo Ecobrite LLD-205 Henkel Ecolab GmbH (Avstrija). Za pripravo mehčane pralne vode je bila uporabljena mehčalna naprava WAK 10-KMN-1 (Hidrotehnični biro, Slovenija). Količine snovnega in energijskega toka, ki so vstopale ali izstopale iz procesa pranja, so bile spremljane z digitalnimi merilniki, nameščenimi na vstopno/izstopnih linijah. Količine vode in pralnih sredstev ter njihove temperature so bile merjene z digitalnimi merilniki (vodomer WFH36 DVN Qvedis GmbH (Nemčija)) na vstopnih linijah, medtem ko se je količina odpadne pralne kopeli merila na izstopni liniji. Za lažje vzorčenje odpadnih pralnih kopeli sta bila na izstopni liniji nameščena ventil in izpustna pipa. Poraba električne energije je bil

that the LCO₂ treatment at 20 °C and 70 bar pressure has a disinfection effect due to the present carbonic acid which occurs when the CO₂ loosens moisture from a cotton textile [34]. It is also important to note that for the development of textile disinfection processes, the disinfection effect can be achieved with a combination of LCO₂ and water (< 1%) at the temperatures between 20 and 65 °C, and working pressure lower than 50 bar [31].

Within the context of the FP7 project "ACCEPT", which ended in 2010, the textile care procedures based on the LCO₂ technology were studied and developed [35]. The preparation and definition of the project tasks, as well as the project implementation included three university research institutes and eight companies, from the manufacturers of laundering and disinfection agents, medical equipment and implants, laundering equipment, to the commercial laundries from different EU countries [36]. The implementation was divided into two phases. The first phase included the research and development of laundering and disinfection agents, and low-temperature disinfection procedures for textile, leather and medical instruments performed with the help of the LCO₂ technology. The focus of the second research phase was the analysis and evaluation of the environmental impacts caused by various laundering procedures of medical textiles. The classical and newly developed low-temperature LCO₂ disinfection laundering procedures were analysed. The life cycle assessment (LCA), life cycle inventories (LCI) and life cycle impact assessment (LCIA) methodologies were used during the research [37]. This paper presents a comparison

merjena s trifaznim električnim števcem MT351 Iskra (Slovenija). Shema pralne linije kemijsko-termičnega procesa nege tekstilij je prikazana na sliki 1.

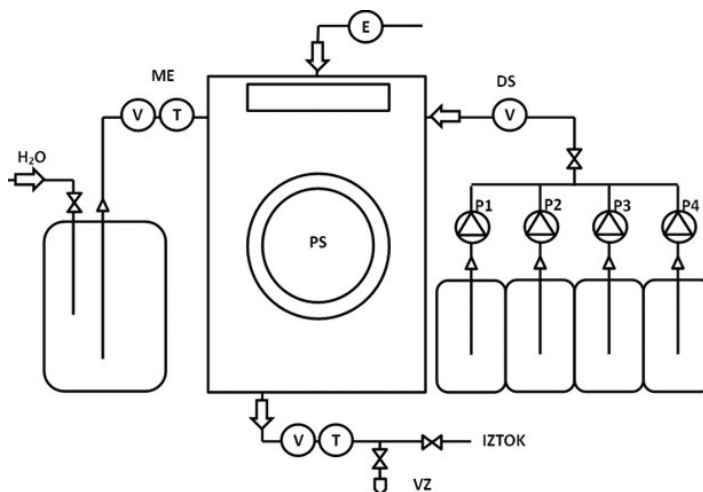


Figure 1: Scheme of chemo-thermal laundry unit

Used abbreviations: PS – drum washing machine; ME – water softening device; DS – automatic dosing device; P1–P4 – dosing pumps; V – flow meter for water/laundrying agents; T – temperature measuring device; E – electricity meter; VZ – sampling of laundry waste waters.

Kemijsko-termični proces pranja se je začel z vstavljanjem bio-indikatorjev in balastne tkanine (preglednica 1) v boben pralne ga stroja, doziranje mehčane vode, pralnih sredstev in segrevanjem pralne kopeli do 35 °C. Sledila sta izpust kopeli predpranja in doziranje sveže mehčane vode, pralnih in razkuževalnega sredstva, segrevanje kopeli do 70 °C ter 9-minutno razkuževanje. Kemijsko-termični proces pranja se je končal s fazami izpiranja, nevtralizacije ter ožemanja s 550 vrt/min. Zaporedje faz in pogoji kemijsko-termičnega razkuževalnega postopka nege so prikazani v preglednici 2.

Table 1: Characteristics of used fabrics

Parameter	Bioindicator fabric	Ballast fabric
Producer	WFK GmbH (D)	MTT Maribor (SLO)
Product	ISO 2267:1986 cotton control fabric	Multipurpose fabric
Fibre composition	100% cotton	100% cotton
Density	Warp – 27 threads/cm, 295 dtex Weft – 27 threads/cm, 295 dtex	Warp – 28 threads/cm, 200 dtex Weft – 26 threads/cm, 200 dtex
Mass	170 g/m ²	120 g/m ²
Weave	Plain	Plain

Table 2: Structure and conditions of chemo-thermal laundering procedure

Phase	Temperature (°C)	Duration (min)	Laundering agent	Amount (ml/kg textile)
Pre-washing	35	9	Washing agent	4.5
			Builder	1.3
			Tensides	1.3
Main washing	70	9	Washing agent	4.5
			Builder	1.3
			Disinfection agent	1.3
Rinsing	–	11	–	–
Neutralisation	–	3.5	Neutralising agent	1.1

between the environmental impacts of two disinfection laundering procedures, namely the chemo-thermal and one-bath LCO₂ procedures, which provide identical levels of hygiene.

2 Experimental

The chemo-thermal and one-bath LCO₂ procedures were performed with the purpose of evaluating their degrees of microorganism reductions and environmental impacts. The disinfection effect was determined in such a way that different bioindicators, selected by recommendation, were laundered at laboratory conditions [8]. The classical and prototype LCO₂ textile laundry equipment and detergents, disinfectants and laundering agents were used.

The laundering phase and the evaluations of the disinfection effects were followed by further research and comparison between environmental impacts and LCI, which was the basis for the LCIA evaluation between different laundering procedures.

2.3 Postopek nege LCO₂

Uporabljena je bila laboratorijska visokotlačna naprava UHDE High Pressure Technologies GmbH Hagen (Nemčija). Njeni glavni sestavni deli so: zunanji in delovni rezervoar CO₂, hladilnik, visokotlačna črpalka, toplotni izmenjevalci, avtoklavirni posodi (500 ml, 5000 ml) in separator. Naprava UHDE uporablja t. i. zaprti sistem, saj vsakemu izpustu CO₂ iz avtoklavirne posode po obdelavi sledi še faza separacije oz. recikliranja, kjer se ločijo nečistoče in CO₂. Očiščen CO₂ se odvede v delovni rezervoar, s čimer je pripravljen za ponovno uporabo.

V laboratoriju je bila opravljena izvedba enokopelnega razkuževalnega LCO₂ postopka v razmerah, ki so enakim tistim pri razkuževanju s prototipno industrijsko napravo LCO₂ Gamma S35 Electrolux (Švedska), nameščeno pri raziskovalnem partnerju WFK Krefeld (Nemčija).

Vstavljanju bioindikatorjev in pralnega sredstva v separacijsko posodo prostornine 500 ml je sledilo polnjene CO₂ s čistostjo > 99,7 % [40]. Obdelavi biondikatorjev z LCO₂ pri delovnem tlaku 50 barov, temperaturi 50 °C v času 25 minut je sledila faza dekompresije, tj. počasnega zniževanja tlaka z delovnega na atmosferski tlak v času 15 minut. Zaporedje faz in pogoji obdelave LCO₂ so prikazani v preglednici 3, medtem ko je sestava uporabljene naprave LCO₂ prikazana na sliki 2.

Table 3: Structure and conditions of one-bath LCO₂ laundering procedure

Phase	Temperature (°C)	Pressure (bar)	Duration (min)	Laundering agent	Amount (ml/l CO ₂)
Evacuation	–		1	–	–
LCO ₂ preparation	50	50	1	–	–
Laundering	50	50	25	Washing agent	4.0
Depressurizing	–		15	–	–
Recycling	–		2	–	–

2.1 Bioindicators

Textile bioindicators were used in the evaluation of the disinfection efficiency using the following cultures of microorganisms: *Enterococcus faecium* ATCC 6057, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048 and *Candida albicans* ATCC 2091.

A cotton fabric was used as the substrate. Its characteristics met the ISO2267 standard [38] and are shown in Table 1. The sequences and conditions for the preparation of bioindicators were stated in previous research [7, 39].

2.2 Chemo-thermal laundering procedure

The classical laundering procedure for washing hospital textiles was performed at laboratory conditions, consisting of prewashing, main washing, rinsing, neutralisation and spinning. In order to realise the chemo-thermal disinfection laundering procedure, an Electrolux Wasacator FOM 71 CLS-LAB (Sweden) drum washing machine was used with the capacity of 7.5 kg, drum volume 75 l, a programmable washing process and a microprocessor regulation of time, temperature and mechanical action. Soft laundering water was prepared using a WAK 10-KMN-1 (Hidrotehnični biro, Slovenia) softening device. The quantities of the input/output material and energy flux were monitored using digital measuring devices mounted on input/output lines.

The amounts of water and detergent, as well as their temperatures were measured using digital meters (meter WFH36 DVN Qvedis GmbH (Germany)) at the inlet pipes and similarly, the amount of the waste washing bath criteria at the outlet release pipe. A valve and an output tap were installed at the outlet opening for an easier sampling of the laundering wastewater. The power consumption was measured using a three-phase MT351 electricity metre (Iskra, Slovenia). The scheme for the used laboratory chemo-thermal laundry unit is shown in Figure 1.

The chemo-thermal process began with the insertion of bioindicators and ballast fabric (cf. Table 1) into the drum of the washing machine, followed by dosing with softened water and

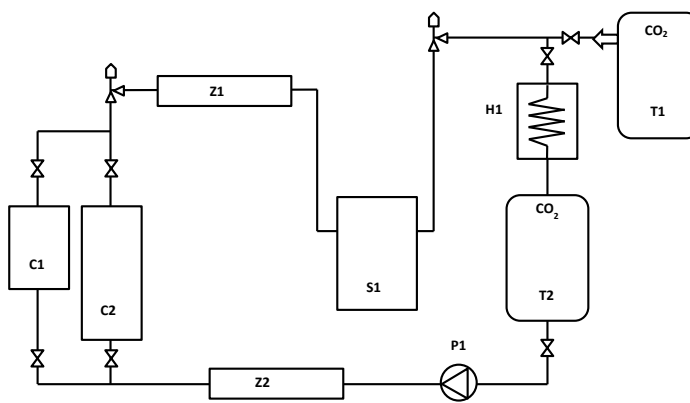


Figure 2: Scheme of high pressure UHDE HP Technologies GmbH Hagen (Germany) CO₂ device

Used abbreviations: T1 – CO₂ outdoor storage tank; H1 – condenser; T2 – CO₂ machine storage tank; P1 – compressor; Z1, Z2 – heat exchangers; C1, C2 – cleaning vessels (500 ml, 5,000 ml); S1 – distillation tank.

2.4 Pralna sredstva

V kemijsko-termičnem postopku nege je bilo uporabljeno industrijsko pralno sredstvo (tekoče, visoko koncentrirano, močno alkalno, sestavljeno iz natrijevega hidroksida, kalijevega hidroksida, glikolne kisline, neionogenih tenzidov, fosfonatov, optičnega belilnega sredstva), razkuževalno (vodikov peroksid, peroksiocetna kislina, očetna kislina) in nevtralizirno sredstvo (raztopina očetne kisline).

V razkuževalnem postopku nege LCO₂ je bilo LCO₂ dodano tekoče industrijsko pralno sredstvo, sestavljeno iz 2-(2-butoksi etoksi) etanola, alkoholov, neionskega tenzida, s topnostjo do 12 ml/l LCO₂ [41].

2.5 Vrednotenje ekoloških parametrov pralnih vod

Vzorčenju pralnih vod v posameznih fazah kemijsko-termičnega razkuževalnega procesa je sledilo vrednotenje parametrov odpadnih pralnih vod v skladu s predpisi [42, 43, 44]. Standardi in metode vrednotenja odpadnih pralnih vod so navedeni v preglednici 4.

2.6 Vrednotenje razkuževalnih učinkov

Postopek pranja mora zreducirati število bakterij za 5 logaritemskih stopenj in število gliv za 4 logaritemske stopnje, da je dosežen razkuževalni učinek glede na standarda SIST14065, NFXP07172 [45, 46]. Štetje števila kolonij mikroorganizmov CFU (*angl. Colony Forming Units*) na bioindikatorski tkanini pred izvedbo razkuževalnega postopka in po njej ter izračun stopnje redukcije mikroorganizmov Red_{CFU} je bilo izvedeno tako, kot predpisujejo standardi SIST20734, SIST20645, SIST6222 [47–49] in [7, 39].

Table 4: Parameters, concentration limits and methods for chemo-thermal laundry wastewaters [4]

Parameter	Unit	Concentration limit of emission into		Standard	Method
		water	sewage		
GENERAL PARAMETERS					
Temperature	°C	30	40	SIST DIN 38404-4	
pH		6.5–9	6.5–9.5	SIST ISO 10523	Electrometrical
Suspended substances	(mg/l)	80	(a)	SIST ISO 11923	Gravimetrical
Sedimented substances	(ml/l)	0.5	10	DIN 38409-9	Sedimentation
INORGANIC PARAMETERS					
Chlorine-free	(mg Cl ₂ /l)	0.2(b)	0.5	SIST ISO 7393-2	Colorimetric
Nitrogen ammonia	(mg N/l)	5	100; 200(c)	SIST EN 25663	Spectrophotometric
Total phosphorus	(mg P/l)	2 ^d	–	SIST ISO 6878-1	Spectrophotometric
ORGANIC PARAMETERS					
COD	(mg O ₂ /l)	120	–	SIST ISO 6060	Titrimetric
BOD ₅	(mg O ₂ /l)	25	–	SIST EN 1899-1	Dilution
AOX	(mg Cl/l)	1.0; 3.0 (d)	1.0; 3.0 (d)	SIST ISO 9562	Colorimetric
Sum of anionic and non-ionic surfactants	(mg/l)	3.0	(a)	SIST ISO 7875-1 SIST ISO 7875-2	Spectrophotometric Dragendorff's reagent

Legend of used abbr.:

- (a) The limit concentration of suspended substances and surfactants in wastewater is determined with the value at which there is no influence on the sewage system or purifying plant.
- (b) The limit value is not defined in the case of disinfection of laundry from health care.
- (c) For wastewater flowing into a purifying plant with capacity less than 2,000 PE, the limit value is 100 mg/l; for wastewater flowing into a purifying plant with capacity of 2,000 PE or more, the limit value is 200 mg/l.
- (d) The parameter limit value is valid for wastewater originating from washing laundry from health care.

laundrying agents, the bath then being heated to 35 °C. This was followed by the release of the pre-wash bath, dosing of freshly softened water, the laundrying and disinfection agents, the bath being heated to 70 °C and a 9-minute disinfection. The chemo-thermal washing process was completed by rinsing, neutralisation and the spinning phase at 550 RPM. The sequence of phases and conditions performed during the chemo-thermal laundrying procedure is shown in Table 2.

2.3 LCO₂ laundrying procedure

The laboratory's UHDE High Pressure Technologies GmbH Hagen (Germany) device was

2.7 Analyze LCA, LCI

Kot najprimernejša metodologija za objektivno oceno vplivov na okolje se je izkazala metodologija LCA. Metodologija LCA vrednoti obremenitve okolja, povezane s posameznim izdelkom ali storitvijo z oceno morebitnih posledic za okolje, na podlagi evidentiranja porabljene energije in surovin ter z njimi povezanimi odpadki in v okolje sproščenimi emisijami. Ocena posledic za okolje naj bi praviloma vključevala vse vplive na okolje skozi celotno življenjsko dobo izdelka, tj. „od zibelke do groba“ (*angl. Cradle to Grave*). V vrednotenje vplivov na okolje skozi celoten življenjski cikel izdelka je pravilom treba zajeti vse faze, od izkopavanja surovin, načrtovanja in proizvodnje materialov ter delov polizdelka ali izdelka, transporta med posameznimi proizvodnimi fazami, distribucije končnih izdelkov, pakiranja, uporabe, vzdrževanja, recikliranja, končnega odlaganja izrabljenih izdelkov na odpad, vse do

used during this laundering procedure. Its main components are an external supply and storage CO₂ tank, cooling unit, high-pressure pump, heat exchangers, two cleaning vessels (500 ml, 5,000 ml) and a separator. The UHDE high-pressure device uses the so-called closed system, where after each laundering treatment, contaminated CO₂ is recycled and the impurities and CO₂ are separated. The purified CO₂ is led into a storage tank and prepared for re-usage.

A one-bath LCO₂ laundering disinfection procedure was performed in a laboratory at conditions which were identical to the disinfection conditions of a Gamma S35 Electrolux (Sweden) commercial prototype laundering machine installed at our research partner at WFK Krefeld (Germany).

After loading the cleaning vessel with the volume of 500 ml, containing bioindicators and a laundering agent, the vessel was loaded with CO₂ having the purity > 99.7% [40]. After the LCO₂ treatment of bioindicators for 25 min at pressure of 50 bar and temperature 50 °C, a decompression phase followed, i.e. slowly lowering from the working to atmospheric pressure within 15 min.

The sequence of phases and conditions for the performed LCO₂ laundering procedure is shown in Table 3. The scheme for the used LCO₂ equipment is shown in Figure 2.

2.4 Laundering agents

An industrial laundering detergent was used during the investigated chemo-thermal laundering procedure. This was liquid, highly concentrated and strongly alkaline, consisting of sodium hydroxide, potassium hydroxide, glycolic acid, non-ionic surfactants, phosphonates and optical bleaching agents, plus a disinfection agent (a solution of hydrogen peroxide, peracetic acid, acetic acid) and a neutralising agent (solution of acetic acid).

A commercial dry-cleaning detergent (2-(2-butoxyethoxy) ethanol, alcohols, non-ionic-surfactant), soluble in LCO₂ up to 12 ml/l LCO₂ were added to LCO₂ during the LCO₂ laundering procedure [41].

pridobivanja, proizvodnje in distribucije energije ter sproščenih emisij v okolje [50]. Pri tem je treba poudariti, da je lahko v središču raziskave z metodologijo LCA tako izdelek kot tudi storitev. Načela in cilji metodologije LCA, meje sistema ocenjevanja, viri zbiranja podatkov o snovnih in energetskih tokovih ter njihovih analiz, kot tudi postopki vrednotenja vplivov na okolje so navedeni v standardih skupine SIST EN ISO 14000. Standardi varovanja okolja so relativno novi v primerjavi z drugimi standardi za vzorčenje, preskušanje in analitske metode za spremljanje in nadzor posebnih okoljskih vidikov. Organizacijam naj bi ponujali orodje za učinkovito ukrepanje pri določitvi odgovornosti in stalnem ocenjevanju ravnanj, postopkov in procesov [51]. Metodologija LCA je po standardu SIST 2011 [51] opredeljena s štirimi standardi SIST EN ISO 14040, 14041, 14042, 14042, ki se nanašajo na naslednje faze ocenjevanja: definiranje načel in okvirjev, popis vseh vhodno/izhodnih snovnih in energijskih tokov (LCI), ovrednotenje vplivov na okolje (LCIA), predstavitev in razlaga analize LCA. Medtem ko so prva, druga in četrta faza vrednotenja LCA podrobno opredeljene v standardih, je sistem vrednotenja, ki je predmet tretje faze, tj. povezave zbranih podatkov s škodljivimi učinki na okolje še vedno v fazi razvoja in dopolnjevanja. Običajno ugotovljeni parametri, kot npr. trdni odpadki, emisije odpadnih vod, energetske emisije, emisije plinov v zrak, različno vplivajo na obremenjevanje okolja, s čimer se povečuje zapletenost ocenjevanja in medsebojnega vpliva veličin sistema. Za oceno vplivov LCIA so bili razviti različni modeli ocenjevanja, kot metoda mejnih koncentracij, metoda odstopanj od ciljne vrednosti, ocena tveganja na podlagi tipa okolja, v katero so emisije izpuščene, koncept korelacije med emisijami znane in neznane kemične substance t. i. *angl. benchmarking* [50]. Pomanjkljivost vrednotenja vplivov na okolje se odraža v različnih pristopih ocenjevanja (vpliv na lokalno ali globalno onesnaževanje) ter v uporabi različnih dejavnikov škodljivosti in indeksov obremenjevanja okolja (globalno segrevanje ozračja, zakisanje ozračja, krčenje ozonske plasti, rakotvornost, tvorba fotokemičnega smoga, eutrofikacija, toksičnost, vplivi na počutje itd.). Najpogosteje uporabljane ocene vplivov na okolje se podajajo na podlagi naslednjih metod, med katerimi ni korelacij: CML2001, CERA-Cumulative Energy Requirements Analysis, Eco-indicator 99, Ecological footprint, EDP-Ecosystem Damage Potential, EDIP2003-Environmental Design of Industrial Products, IMPACT 2002+, IPCC 2001, TRACI, SLCI-Selected Life Cycle Inventory Indicators [50, 52–57].

Znano je, da emisije toplogrednih plinov (TGP) ogljikovega dioksida (CO₂), metana (CH₄), dušikovega oksida (N₂O), ozona (O₃), hidrofluorogljikov (HFC-ji), perfluorogljikov (PFC-ji) in žveplovega heksafluorida (SF₆), ki so posledica človekove dejavnosti, odločilno prispevajo k učinku tople grede ter s tem na podnebne spremembe. Antropogene emisije teh plinov so povezane predvsem s proizvodnjo in porabo fosilnih goriv, z nekaterimi industrijskimi procesi, s kmetijstvom in ravnanjem z odpadki. Potencial

2.5 Evaluation of laundry wastewater parameters

After sampling the wastewaters from different chemo-thermal laundering phases, the samples were evaluated according to regulations [42, 43, 44]. The standards and evaluation methods for washing wastewater are noted in Table 4.

2.6 Evaluation of disinfection effects

The disinfection laundering procedure must achieve according to the SIST14065 and NFXP07172 standards [45, 46] the reduction of bacteria by 5 log and fungi by 4 log. Microorganism colonies on textile bioindicators (CFU, Colony Forming Units) were counted before and after the disinfection laundering procedure, and the calculation of reduction efficiency (RED) was performed as determined by the SIST20734, SIST20645, SIST6222 standards [47–49] and [7, 39].

2.7 LCA, LCI analyses

The LCA methodology proved to be the most appropriate method to objectively evaluate environmental impacts. The LCA methodology evaluates the environmental impacts associated with a particular product or service, in order to assess any potential consequences for the environment. This evaluation is based on the recording of raw materials and energy consumption, and the waste and emissions released into the environment. This evaluation should include all environmental impacts throughout the whole lifecycle of a product or process, i.e. "from cradle to grave". The environmental risk evaluation must cover all the product phases from the mining of raw materials, designing and manufacturing materials, semi-finished and finished products, transportation among production phases, distribution of finished products, packaging, use/reuse, sustenance, recycling, waste management, all the way to the acquisition, production and distribution of energy, and emissions released into the environment [50]. It should be pointed out that the centre of the LCA research can be represented by a product and not only a process or service. The principles and objectives of the LCA methodology, the boundaries of evaluation, sources for collecting data on raw materials and ener-

globalnega segrevanja, ki se podaja z indeksom GWP_{TGP} (angl. *Global Warming Potential*), je definiran kot „potencial segrevanja podnebja zaradi toplogrednega plina v primerjavi s potencialom segrevanja podnebja zaradi CO_2 “ [58–60]. Za vsak TGP je izračunan specifični indeks GWP_i na podlagi enačbe [61],

$$GWP_i(t) = \frac{\int_0^t a_g x_g(t) dt}{\int_0^t a_{CO_2} x_{CO_2}(t) dt} \quad (1)$$

kjer je

a – koeficient zadrževanja dolgovalovnega sevanja ($W/m^2 \text{ kg}$)

x – razgradnja plina v ozračju (kg/s)

g – TGP (CH_4 , N_2O , HFC, PFC, SF_6)

t – časovno razdobje (20, 100, 500 let)

$GWP_i(t)$ – potencial globalnega segrevanja za posamičen TGP v časovnem obdobju ($kg \text{ CO}_2 \text{ eq}$)

Lastnosti in specifični indeksi GWP_i nekaterih TGP so navedeni v preglednici 5.

Table 5: Characteristics and characterisation factors GWP_i for GHG [61]

Substance		Atmospheric lifetime (years)	$GWP_i(100)$ ($kg \text{ CO}_2 \text{ eq}$)
Carbon dioxide	CO_2	–	1
Methane	CH_4	12	25
Nitrous oxide	N_2O	114	298
Sulphur hexafluoride	SF_6	3,200	22,800
Hydrofluorocarbons	HFC	4.9–270	124–14,800
Perfluorocarbons	PFC	740–50,000	7,390–22,800

Za izračun GWP_{TGP} se upošteva enačba [62, 63],

$$GWP_{TGP}(t) = \Sigma (m_i(t) \times GWP_i(t)) + (m_{i+1}(t) \times GWP_{i+1}(t)) + \dots + (m_{i+n}(t) \times GWP_{i+n}(t)), \quad (2)$$

kjer je

$m_{i, i+1, \dots, i+n}(t)$ masa TGP – za časovno obdobje t (kg)

$GWP_{i, i+1, \dots, i+n}(t)$ – specifični indeks globalnega segrevanja TGP za časovno obdobje t ($kg \text{ CO}_2 \text{ eq}$)

t – časovno obdobje (20, 100, 500 let)

$GWP_{TGP}(t)$ – potencial globalnega segrevanja za časovno obdobje t ($kg \text{ CO}_2 \text{ eq}$)

Sežig fosilnih goriv in intenzivno kmetijstvo sta poglavitna vira človekovega zakisljevanja okolja. Najpomembnejši povzročitelji so emisije plinov, žveplovega dioksida (SO_2), dušikovih oksidov (NO_x), amonijaka (NH_3) ter hlapnih organskih snovi (VOC), ki ob

gy flows, as well as the mode of environmental impact proceedings are listed in the ISO 14000 family standards. The environmental management standards are relatively new compared to other standards, e.g. the standards for sampling, testing and analytical methods for monitoring and inspecting special environmental aspects. The standards should provide companies with a tool for an efficient determination of responsibility and permanent evaluation of practices, procedures and processes [51]. As stated in the SIST2011 standard [51], the LCA methodology is defined within four SIST EN ISO standards 14040, 14041, 14042, 14043, which relate to the following evaluation phases: goal and scope definition, inventory analysis of all input/output raw material and energy flows (LCI), environmental impact assessment (LCIA), and the presentation and interpretation of LCA analyses. The first, second and fourth phase of the LCA assessment are specified in standards in detail, while the third phase about the linking of collected data with harmful influences on the environment is still under development, being updated. Generally specified parameters, e.g. solid waste, wastewater emissions, energy emissions, gas emissions have different impacts on the environment, thus increasing the complexities of interaction between the evaluations and quantities of system parameters. Various evaluation methods have been developed for the LCIA impact assessment, i.e. critical volumes method, deviation from target values, risk assessment based on the kind of environment where emissions are released, the concept of correlation between emissions for known and unknown chemical substances, the so-called benchmarking [50]. The disadvantage of environmental impact assessments is reflected in various evaluation approaches (impact on local or global pollution) and the uses of different environmental impact factors (global warming potential, acidification, shrinking ozone layer, cancerogenity, photochemical ozone creation, eutrophication, toxicity, effect on human health etc). The bases for evaluating impact assessment are the following methods with no correlation among them: CML2001, CERA-Cumulative Energy Requirements Analysis, Eco-indicator 99, Ecological

reagiraju z dušikovimi oksidi in ob prisotnosti sončne svetlobe lahko proizvedejo fotokemične oksidante [64]. Škodljivi učinki zakisljevanja se kažejo z vplivi na zdravje ljudi, gozdne ekosisteme in zgradbe. Emisije NO_x in NH_3 lahko povzročijo tudi nasičenost tal ali vode z dušikom, kar povzroči evtrofikacijo, tj. čezmerno kopičenje hranilnih snovi [60, 65, 66].

Potencial zakisljevanja AP (*angl. Acidification Potential*), ki se izraža kot indeks zakisljevanja okolja, se izračuna po enačbi,

$$AP = \sum (m_i \times AP_i) + (m_{i+1} \times AP_{i+1}) + \dots + (m_{i+n} \times AP_{i+n}), \quad (3)$$

kjer je

$m_{i, i+1, \dots, i+n}$ – masa posameznega TGP (kg)

$AP_{i, i+1, \dots, i+n}$ – utežni faktor TGP (kg SO_2 eq/kg)

AP – potencial zakisljevanja (kg SO_2 eq)

Utežni faktorji AP_i najpogostejših povzročiteljev zakisljevanja, ki se upoštevajo pri izračunu indeksa zakisljevanja AP, so prikazani v preglednici 6 [67].

Table 6: Characterisation factors AP_i for some causers of acidification [67]

Substance		AP_i (kg SO_2 eq)
Sulphur dioxide	SO_2	1.00
Nitrogen oxides	NO_x	0.70
Ammonia	NH_3	1.88
Hydrochloric acid	HCl	0.88

Cilj analize LCA je bil zbrati, ovrednotiti ter podati oceno vplivov na okolje dveh razkuževalnih postopkov nege tekstilij. Analizirani so bili vhodno/izhodni parametri kemijsko-termičnega in enokopelnega postopka nege LCO_2 , medtem ko preostali elementi sistema, kot so proizvodnja uporabljenih strojev, pralnih in razkuževalnih sredstev, vseh vrst transporta, pakiranja, skladiščenja ter postopki obdelave odpadnih vod ter recikliranja odpadkov, niso bili predmet tokratnega proučevanja z metodologijo LCA.

Za vsak razkuževalni postopek nege tekstilij so bili v prvem koraku evidentirani vsi parametri procesa nege tekstilij. Na podlagi posnetka stanja in zajetih podatkov so bile izdelane blokovne tehnološke sheme, ki so vsebovale vhodne (bioindikatorji, pralna/razkuževalna/nevtralizirna sredstva, voda, CO_2 , energija, čas trajanja) in izhodne (izpusti vod, izpusti CO_2 v okolje) parametre, na podlagi katerih so bile postavljene bilančne sheme procesa (LCI). Sledile so ocene vplivov razkuževalnih postopkov nege na okolje (LCIA), ki so bile izvedene na podlagi podatkovnih baz korelacijskih in emisijskih faktorjev vpliva na okolje Medvladnega foruma za podnebne spremembe IPCC [68], Skupnega raziskovalnega centra EU JRC ELCD Database [66], računalniških orodij

footprint, EDP-Ecosystem Damage Potential, EDIP2003-Environmental Design of Industrial Products, IMPACT 2002+, IPCC 2001, TRACI, SLCI-Selected Life Cycle Inventory Indicators [50, 52–57].

It is well-known that the emissions of greenhouse gases (GHG), emissions of carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), ozone (O_3), hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs) and sulphur hexafluoride (SF_6), all caused by human activities, contribute to the greenhouse effect and consequently, to climate changes. The anthropogenic emissions of these gases are mainly associated with the production and usage of fossil fuels, with some industrial production processes, agriculture and waste management. The global warming potential indicator, which gives the GWP_{GHG} index, is defined as "the global warming potential of a greenhouse gas compared to the potential global warming due to carbon dioxide" [58–60]. The characterisation factor GWP_i for each GHG was calculated based on equation (1) [61], where:

a – radiative forcing coefficient for long wavelength radiation ($\text{W}/\text{m}^2\text{kg}$),

x – concentration of GHG g at time t after release,

g – GHG (CH_4 , N_2O , HFC, PFC, SF_6),

t – time-intervals over which the integrations are made (20, 100, 500 years), and

$\text{GWP}_i(t)$ – characterisation factor for GHG g at time t .

The characteristics and characterisation factors GWP_i for GHG are shown in Table 5. The GWP_{GHG} indicator is calculated based on equation (2) [62, 63], where:

$m_{i, i+1, \dots, i+n}$ – mass of GHG (kg),

$\text{GWP}_{i, i+1, \dots, i+n}(t)$ – characterisation factor for GHG i ($\text{kg CO}_2 \text{ eq}$) at time t ,

t – time-intervals over which the integrations are made (20, 100, 500 years), and

$\text{GWP}_{\text{TGP}}(t)$ – global warming potential indicator ($\text{kg CO}_2 \text{ eq}$).

Fossil-fuel combustion and intensive agriculture are the predominant man-made sources of environmental acidification. The main causes are the released emissions of acid gases, e.g. sulphur dioxide (SO_2), nitrogen oxides (NO_x), ammonia (NH_3) and volatile organic compounds

GEMIS-Global Emission Model for Integrated Systems [69]. Ocenjena obremenitev okolja za kemijsko-termični in LCO_2 razkuževalni postopek nege je bila narejena po metodi CML2001 [56, 67]. Na podlagi porabljene električne energije v razkuževalnih postopkih so bile izračunane emisije plinov pri proizvodnji električne energije v sedemindvajsetih državah članicah Evropske unije (EU27) in za države podjetij projekta ACCEPT (Nemčija, Nizozemska, Velika Britanija, Švedska, Slovenija), pri čemer je bila upoštevana struktura virov za proizvodnjo električne energije (*angl. electricity mix*) v podatkovni bazi JRC ELCD Database II za leto 2002 [66]. V nadaljevanju so bili ovrednoteni vplivi na okolje na podlagi izračunov potenciala globalnega segrevanja GWP_{100} in potenciala zakisljevanja okolja AP ob upoštevanju specifičnih indeksov GWP_i in utežnih faktorjev povzročiteljev zakisljevanja okolja AP_i .

3 Rezultati z razpravo

Za dva razkuževalna postopka nege tekstilij, kemijsko termični in v okviru evropskega raziskovalnega projekta „ACCEPT“ razvit enokopelni LCO_2 , ki sta zagotavljala enako stopnjo razkuževanja, so bile izvedene raziskave vrednotenja vplivov na okolje. Uporabljena je bila metodologija vrednotenja odpadnih pralnih vod, kot jo predpisuje slovenska okoljevarstvena zakonodaja, ter metodologije LCA za popis snovnih in energetskih tokov LCIA in oceno vplivov na okolje LCIA.

Rezultati meritev ekoloških parametrov odpadnih pralnih vod kemijsko-termičnega razkuževalnega procesa so podani v preglednici 7. Rezultati analiz LCA in LCI in ocena obremenitev vplivov na okolje za kemijsko-termični in enokopelni postopek nege LCO_2 so prikazani v preglednicah od 8 do 12.

Posebej skrb zbujajoč vpliv na okolje kažejo odpadne pralne vode uporabljenega kemijsko-termičnega razkuževalnega postopka nege tekstilij (preglednica 7). Izstopajo pralne odpadne vode predpranja z znatnimi prekoračitvami mejnih vrednosti izpustov v vode: amonijevega dušika za 6,62 mg N/l, celotnega fosforja za 0,5 mg P/l, KPK za 200 mg O_2 /l, BPK₅ za 239 mg O_2 /l. Tudi odpadne pralne vode glavnega pranja dokaj prekoračijo mejne vrednosti pri temperaturi za 33,7 oz. 23,7 °C, amonijevega dušika za 1,12 mg N/l, KPK za 65 mg O_2 /l. Vrednosti parametrov odpadnih vod izpiranja so pod mejnimi vrednostmi, medtem ko nevtralizacijske odpadne pralne vode znova prekoračijo dovoljeno vsebnost celotnega fosforja za 0,1 mg P/l in BPK₅ za 26 mg O_2 /l. Iz rezultatov v preglednici 7 je razvidno, da vrednost amonijevega dušika doseže najvišjo vrednost v vodah predpranja (11,62 mg/l) ter nato upada v vodi glavnega pranja za 47,33 %, izpiralni vodi za 62,82 % in nevtralizacijski za 73,15 %. Pri zasledovanju vrednosti KPK in BPK₅ lahko opazimo podoben trend padanja, saj v vodi glavnega pranja upadeta KPK za 42,19 % in BPK₅ za 51,52 %, v izpiralni vodi upade KPK za 82,81 % in BPK₅ za 90,53 %, medtem ko

(VOC), which can produce photochemical oxidants with reactions with nitrogen oxides in the presence of sunlight [64]. The damaging effects of acidification are manifested in humans' health, forest ecosystems and buildings. The emissions of NO_x and NH_3 have negative impacts on the soil or water saturation with nitro-

je upad v nevtralizacijski vodi nekoliko manjši (KPK za 70,31 %, BPK_5 za 80,68 %) nasproti vrednostim v pralnih vodah predpranja. Vzroke enormnih prekoračitev lahko iščemo v vrsti in količini uporabljenih pralnih, razkuževalnih in nevtralizacijskih sredstev. Rezultati raziskave vodijo k sklepu, da odpadne vode kemijsko-termičnega razkuževalnega postopka niso primerne za izpust v vode, kot tudi ne za ponovno uporabo brez predhodnega čiščenja.

Table 7: Values of investigated chemo-thermal laundering wastewater parameters (average of three laundering procedures)

Parameter	Unit	Laundering phase			
		Pre-washing	Main washing	Rinsing	Neutralisation
Temperature	°C	34	63.7	30.4	22.3
pH		9.1	8.1	7.8	7.3
Suspended substances	(mg/l)	0.0004	0.0072	0.0009	0.0003
Sedimented substances	(ml/l)	0.50	< 0.5	4.00	3.50
Chlorine-free	(mg/l)	0.40	0.20	0.10	0.10
Nitrogen ammonia	(mg/l)	11.62	6.12	4.32	3.12
Total phosphorus	(mg/l)	2.50	1.51	1.95	2.10
COD	(mg O_2 /l)	320.00	185.00	55.00	95.00
BOD_5	(mg O_2 /l)	264.00	128.00	25.00	51.00
AOX	(mg/l)	0.136	0.057	0.049	0.043
An. and non-ionic tens.	(mg/l)	2.96	2.94	0.54	0.00

gen, causing eutrophication, i.e. excessive accumulation of nutrients [60, 65, 66].

The acidification potential indicator AP is calculated with equation (3), where,

$m_{i, i+1, \dots, i+n}$ – mass of GHG (kg),

$\text{AP}_{i, i+1, \dots, i+n}$ – characterisation factor of GHG (kg SO_2 eq/kg), and

AP – acidification potential indicator (kg SO_2 eq).

Posnetek snovnih in energetskih tokov kaže, da znaša poraba električne energije (preglednica 8) za kilogram opranih tekstilij pri kemijsko-termičnem razkuževalnem postopku 3700 kJ, medtem ko je pri enokopelnem razkuževalnem postopku LCO_2 manjša za 75,68 % (900 kJ). Pretežni del energije se pri kemijsko-termičnem postopku porabi za segrevanje pralnih kopeli v fazi predpranja (46,5 %) in pranja (49,45 %), medtem ko na fazi izpiranja in nevtralizacije odpade 3,30 % in 1,10 % porabljene električne energije. Velik porabnik električne energije so električni grelci, medtem

Table 8: Results of LCA and LCI analyses and environmental impact assessments for chemo-thermal and one-bath LCO_2 procedure (for 1 kg of laundered textile)

Parameter	Unit	Disinfection laundering procedure	
		Chemo-thermal	One-bath LCO_2
Energy	kJ	3,700	900
Duration	min	36.23	44.00
Water	l	9.23	–
Laundering agent	ml	15.30	4.00

The characterisation factors for some of the main GHG causers of acidification, which are considered during the calculation of the acidification indicator AP, are shown in Table 6 [67]. The goal of the LCA analysis was to collect, evaluate and compare the environmental impacts of two laundering procedures. The input/output parameters of both, the chemo-thermal and one-bath LCO₂ laundering procedures were analysed during the research. Other system elements, e.g. the washing machine, laundry detergent and disinfection agent production, all types of transport, packaging and storage, and wastewater treatment and recycling of waste, were excluded from this study.

All parameters for each disinfection laundering procedure were recorded during the first steep. The recorded and collected data presented the basis for preparing a technological block-diagram with inlets (bioindicators, laundering/disinfection/neutralizing agents, water, CO₂ energy, laundering time) and outlets (discharge of water and CO₂ emissions into the environment) parameters. The LCI schemes of laundering processes were prepared based on these data. The following environmental impact assessments of disinfection laundering procedures (LCIA) were performed by considering the databases of the characterisation and emission factors obtained from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [68], ELCD database of EC Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability (EU JRC) [66] and Global Emission Model software package for Integrated Systems (GEMIS) [69]. The environmental impact assessments of chemo-thermal and LCO₂ disinfection laundering procedures were performed according to the CML2001 method [56, 67]. The measured energy consumptions for disinfection laundering procedures were the basis for calculating the GHG gas emissions of the 27 member states of the European Union (EU27) and of the member states of the ACCEPT research project (Germany, Netherlands, UK, Sweden, Slovenia). These calculations took into consideration the structures of the sources for electricity production (electricity-mix) for the year 2002, as available in the JRC ELCD Database II [66]. Later, the global warming potential indicator

ko so električni motor za vrtenje bobna, črpalke za črpanje sveže vode, pralnih sredstev, pralnih ter nevtralizacijske kopeli, mikroprocesorska enota in električni ventili zanemarljivi porabniki. Pri enokopelnem razkuževalnem postopku LCO₂ se 92,36 % električne energije porabi za hlajenje CO₂ z električnimi črpalkami in ventilatorji v fazi dekompresije (61,57 %) in recikliranja (30,79 %) CO₂, ki sledita koncu faze nege. Relativno veliko porabo električne energije za hitro hlajenje CO₂ bi bilo smiselno nadomestiti z vodnim sistemom hlajenja.

Razkuževalni postopek nege LCO₂ traja dlje za nekaj manj kot 8 minut v primerjavi s kemijsko-termičnim (preglednici 2 in 3), kar je posledica počasnega izpusta in hlajenja CO₂ (17 min), s čimer se prepreči nastanek „suhega ledu“. V nasprotju s kemijsko-termičnim postopkom, pri katerem trajajo faze predpranja, pranja in izpiranja enako dolgo (11,06 min), medtem ko je faza nevtralizacije dvakrat krajša, je postopek nege LCO₂ bolj razgiban. Dvema kratkima fazama (2 min) črpanja zraka iz negovalne komore in komprimiranja ter segrevanja CO₂ sledi faza nege, ki je relativno dolga (25 min) ter zagotavlja pričakovano stopnjo razkužitve negovanih tekstilij. Prav tako je treba poudariti, da je bilo treba pri obdelavi z LCO₂ samo eno pralno sredstvo (4 ml/l CO₂), medtem ko je kemijsko-termični postopek zahteval pralno sredstvo, ojačevallec, tenzid, razkuževalno in nevtralizacijsko sredstvo (15,30 ml/kg tekstilij). Eden pomembnih kriterijev, ki daje bistveno prednost enokopelnemu postopku LCO₂, je nedvomno dejstvo, da pri obdelavi ni bilo treba uporabiti vode, na čemer temeljijo klasični razkuževalni postopki nege tekstilij. Čeprav smo raziskali tudi učinke vode in LCO₂ na razkuževanje tekstilnih bioindikatorjev [70], v nasprotju s Cinquenamijem [31] nismo ugotovili bistvenih zvišanj stopenj redukcije mikroorganizmov, zato smo izločili vodo iz postopka nege z LCO₂. Z vodo je povezano tudi dejstvo, da je bilo treba po kemijsko-termičnem postopku tekstilije še sušiti (OE 35 %), kar je zahtevalo podaljšanje časa obdelave in dodatno energijo za odparevanje preostanka vode. In nasprotno, po končanem postopku nege z LCO₂ so bili preizkušani tekstilni bioindikatorji suhi na dotik, zato sušenje ni bilo potrebno.

Predhodni zaključki, povezani z vodo, potrebno energijo in časom nege, kažejo enak trend tudi pri analizah emisij plinov, ki jih povzročata raziskovana razkuževalna postopka nege. Pri primerjavi rezultatov emisij TGP in plinov, ki povzročajo zakisljevanje (preglednici 9 in 10), lahko kaj hitro opazimo njihovo pestrost ter znatna nihanja med državami partnericami raziskovalnega projekta. Tako je opazna velika razlika pri emisijah CO₂, ki jih povzroča kemijsko-termični postopek nege (preglednica 9) na Švedskem (37,56 g CO₂/kg tekstilij) in Nizozemskem (253,41 g CO₂/kg tekstilij) ter v evropskem povprečju EU-27 (195,39 g CO₂/kg tekstilij). Slovenija je z emisijami 202,80 g CO₂/kg tekstilij pri dnu razporednice, kar ne velja za emisije NO₂ (140,28 g NO₂/kg tekstilij) in CH₄ (13,41 g CH₄/kg tekstilij), kjer je krepko nad preostalimi državami in povprečjem Evropske unije (109,10 g NO₂/kg tekstilij, 9,47 g

GWP_{GHG} (100 years) and potential acidification indicator AP_i regarding the GWP_i and AP_i factors were calculated.

3 Results and discussion

Two disinfection laundering procedures, the chemo-thermal and, within the European research "ACCEPT" project, the developed one-bath LCO_2 procedure were conducted with regard to environmental impact assessments. Both procedures ensured the same disinfection efficiency. Wastewater methodology was used in the research as defined by the Slovenian environmental legislation and the LCA methodology for raw-material and energy inventories (LCI), and the environmental impact assessments (LCIA).

CH_4 /kg tekstilij). Opisano dejstvo velja tudi za emisije TGP in plinov zakisljevanja okolja za enokopelni razkuževalni postopek LCO_2 (preglednica 10). Pri tem je treba opozoriti, da so emisije TGP pri postopku LCO_2 za 75,26 % manjše kot emisije pri kemijsko-termičnem razkuževalnem postopku. Odstopanja med emisijami enakih plinov v različnih državah so posledica zastopanosti primarnih virov za proizvodnjo električne energije, ki se spreminja od države do države ter od enega do drugega ocenjevalnega obdobja. Struktura primarnih virov za proizvodnjo električne energije in z njimi povezane vrednosti emisij plinov za široko paleto držav so sestavni del podatkovne baze metodologije LCA JRC ELCD Database II [66]. Na podlagi podatkov, prikazanih v preglednici 11, je razvidno, da je struktura konvencionalnih in obnovljivih virov za proizvodnjo električne energije med državami sila raznolika. Po podatkih iz leta 2002 je delež premoga pri proizvodnji električne energije najmanjši na Švedskem (1,60 %) in največji v Nemčiji (49,80 %), kateri sledi Slovenija s 36,08 %. Deležem uporabljenega fosilnega goriva so primerne tudi emisije NO_x , ki pomembno vplivajo na podneb-

Table 9: Emissions of GHG and acidification substances among member states for the country of project partner and EU27 average (for 1 kg of laundered textile)

Parameter	Unit	Country					
		Germany	UK	Netherlands	Sweden	Slovenia	EU27
CO_2	g	240.52	217.03	253.41	37.56	202.80	195.39
NO_2	g	67.68	137.15	78.22	14.29	140.28	109.10
CH_4	g	10.28	12.16	7.76	0.73	13.41	9.47
SO_2	g	0.26	0.95	0.15	0.04	4.38	1.12
NO_x	g	8.56E-10	4.71E-10	5.54E-10	4.67E-09	2.67E-09	1.54E-09
NH_3	g	3.10E-03	1.21E-03	3.16E-03	4.18E-04	5.08E-04	1.51E-03
HCl	g	6.02E-09	2.83E-09	4.87E-09	1.13E-08	7.20E-09	6.18E-09

Table 10: Emissions of GHG and acidification substances for one-bath LCO_2 laundering procedure for the country of project partner and EU27 average (for 1 kg of laundered textile)

Parameter	Unit	Country					
		Germany	UK	Netherlands	Sweden	Slovenia	EU27
CO_2	g	58.51	52.79	61.64	9.14	49.33	47.53
NO_2	g	16.46	33.36	19.03	3.48	34.12	26.54
CH_4	g	2.50	2.96	1.89	0.18	3.26	2.30
SO_2	g	0.06	0.23	0.04	0.01	1.06	0.27
NO_x	g	2.08E-10	1.15E-10	1.35E-10	1.13E-09	6.49E-10	3.74E-10
NH_3	g	7.55E-04	2.95E-04	7.69E-04	1.02E-04	1.23E-04	3.67E-04
HCl	g	1.46E-09	6.89E-10	1.19E-09	2.75E-09	1.75E-09	1.50E-09

Table 11: Structure of prime energy sources for electricity production for the country of project partner and EU27 average (for the year 2002) (JRC ELCD Database II [66])

Energy source	Country/Share (%)					
	Germany	UK	Netherlands	Sweden	Slovenia	EU27
Coal	49.80	32.10	24.95	1.60	36.08	29.60
Natural gas	10.70	39.71	62.70	1.30	2.00	18.00
Heavy fuel oil	0.80	1.80	2.90	2.00	0.50	6.00
Nuclear	28.80	22.70	4.14	46.30	37.64	31.70
Waste	1.50	0.44	2.60	0.00	0.00	0.70
Hydro	4.90	1.90	0.17	45.60	23.18	11.10
Wind	2.80	0.32	0.94	0.40	0.00	1.10
Solid biomass	0.10	0.21	1.30	2.50	0.50	0.80
Gaseous biomass	0.60	0.82	0.30	0.20	0.10	0.30
Others	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.70
Total (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Table 12: GWP and AP indicators for chemo-thermal and one-bath LCO₂ disinfection laundering procedures (for 1 kg of laundered textile)

Country	Disinfection laundering procedure			
	Chemo-thermal		One-bath LCO ₂	
	GWP _{TGP} (g CO ₂ eq)	AP (g SO ₂ eq)	GWP _{TGP} (g CO ₂ eq)	AP (g SO ₂ eq)
Germany	318.48	0.27	77.47	0.07
UK	366.35	0.95	89.11	0.23
Netherlands	339.39	0.16	82.55	0.04
Sweden	52.58	0.04	12.79	0.01
Slovenia	356.49	4.38	86.71	1.06
EU27	313.95	1.12	76.37	0.27

The results of the chemo-thermal laundering wastewater parameters are shown in Table 7, whereas the results of the LCA and LCI analyses, and the environmental impact assessments for both, the chemo-thermal and one-bath LCO₂ procedures, are in Tables 8–12.

The chemo-thermal laundering wastewaters showed a particularly distressing impact on the environment (cf. Table 7). The pre-washing wastewaters were all at the forefront, where the parameters exceeded the limit values for the emissions into water: nitrogen ammonia

ne spremembe. Po prikazanih podatkih je Slovenija pri proizvodnji električne energije nad povprečjem EU27 pri izkoriščanju jedrskega goriva (37,64 %) in vodne energije (23,18 %) ter pod povprečjem pri obnovljivih virih energije z izkoriščanjem vetrne in sončne energije, biomase in bioplina. Prav tako je treba poudariti, da se v objavljenih letnih poročilih [65, 71] že kaže zmanjšanje emisij TGP. Lastnosti struktur konvencionalnih in obnovljivih virov za proizvodnjo električne energije se ustrezno odražajo tudi v potencialih globalnega segrevanja in zakisljevanja, ki ju povzročata primerjana razkuževalna postopka nege tekstilij. Iz preglednice 12 je razvidno, da izvedba kemijsko-termičnega razkuževalnega postopka daje najnižja indeksa GWP₁₀₀ in AP na Švedskem (52,58 g CO₂ eq/kg

by 6.62 mg N/l, total phosphorus by 0.5 mg P/l, COD by 200 mg O₂/l, and BOD₅ by 239 mg O₂/l. Even the wastewaters of the main washing exceeded the limit values in the cases of temperature by 33.7 and 23.7 °C, respectively, nitrogen ammonia by 1.12 mg N/l and COD by 65 mg O₂/l. The values for the rinsing wastewaters were below the set thresholds, while the neutralisation wastewaters again exceeded the limit concentrations for total phosphorus by 0.1 mg P/l and BOD₅ by 26 mg O₂/l. It can be seen from the results in Table 7 that the values for nitrogen ammonia achieved the highest values for pre-washing wastewaters (11.62 mg/l) and then declined in the main washing by 47.33%, when rinsing by 62.82%, and with neutralisation wastewaters by 73.15%. The same declining trend could be observed in the cases of COD and BOD₅ values in wastewaters: in the main washing waters, the COD values declined by 42.19% and BOD₅ by 51.52%, in the spinning-waters, the COD declined by 82.81% and BOD₅ by 90.53%, while in the neutralisation waters, the reduction was lower (COD by 70.31%, BOD₅ by 80.68%) versus the values of pre-washing wastewaters. The reasons for the enormous excess could be the types and amounts of the used detergents, and the disinfection and neutralisation agents. Based on the results of this study, it can be concluded that the chemo-thermal wastewaters are unsuitable for a direct discharge into rivers or lakes, as well as for a re-use within the laundering procedures without any form of a wastewater treatment.

The analyses of raw-material and energy flows (cf. Table 8) showed that the chemo-thermal laundering procedure consumed 3,700 kJ of energy, while the one-bath LCO₂ disinfection procedure consumed 75.68% less energy (900 kJ). The chemo-thermal laundering procedure consumed the most energy for heating the laundering bath during the pre-washing (46.5%) and main washing (49.45%) phases, whereas during the rinsing and neutralisation phases, it consumed 3.30% and 1.10% of electrical energy. The major energy consumers were the electrical heaters, while for the electrical motor which rotates the washing drum the pumps for pumping fresh water, the laundering agents, the laundering and neutralisation baths, the microproces-

tekstilij, 0,04 g SO₂ eq/kg tekstilij) ter najvišjega v Sloveniji (356,49 CO₂ eq/kg tekstilij, 4,38 SO₂ eq/kg tekstilij), medtem ko znaša za povprečje EU27 GWP₁₀₀ 313,95 CO₂ eq/kg tekstilij in AP 1,12 SO₂ eq/kg tekstilij. Vrednotenje ocen vplivov na okolje kaže, da sta indeksa globalnega segrevanja GWP₁₀₀ in AP pri enokopelnem razkuževalnem postopku LCO₂ nege tekstilij štirikrat nižja kot pri klasičnem kemijsko-termičnem.

4 Sklepi

Skorajda ni človekove dejavnosti, pri kateri ne bi nastajale emisije TGP, katerih posledica so podnebne spremembe, ki se odražajo v globalnem dvigu povprečne letne temperature, povečanju povprečne količine padavin, dvigu gladine morja, krčenju ledenikov in rasti števila ekstremnih vremenskih dogodkov. Skrb zbuja dejstvo, da zaradi človekovih dejavnosti naraščajo koncentracije toplogrednih plinov v ozračju veliko hitreje kot po naravni poti [52]. Strategije gospodarskega razvoja in varovanja okolja temeljijo na zamenjavi obstoječih in razvoju novih proizvodnih tehnologij, zamenjavi goriv in surovin ter na trajnostno naravnani proizvodnji in porabi energije [72].

Rezultati opravljene raziskave kemijsko-termičnega postopka nege kažejo, da neprimerna kakovost odpadnih pralnih vod močno obremenjuje okolje. Enak učinek na okolje povzročajo tudi energetske zahteve, saj je potreben dokaj velik vložek električne energije za doseg pralnih in razkuževalnih učinkov, kar se negativno odraža na visokem potencialu globalnega segrevanja in zakisljevanja. Ob bok klasičnemu postopku je postavljen na novo razvit razkuževalni postopek nege bolnišničnih tekstilij, tj. enokopelni postopek LCO₂. S pomočjo metodologije LCA je bilo ugotovljeno, da enokopelni razkuževalni postopek nege tekstilij LCO₂ izpolnjuje okoljska pričakovanja. Doseženi so bili zahtevana redukcija mikroorganizmov, nega brez prisotnosti vode ter bistveno manjša poraba električne energije in pralnega sredstva, kar vse skupaj pripomore k redukciji energije in majhnim okoljskim obremenitvam z emisijami TGP in plinov zakisljevanja.

Kljub doseženemu napredku lahko tehnologijo LCO₂ na področju razkuževanja še vedno razvrstimo med nove tehnologije nege tekstilij. Izboljšanje učinkov odstranjevanja nečistoč [73], razvoj novih pralnih in pomožnih sredstev, robustna strojna oprema, visoki investicijski stroški so samo nekatere izmed pomanjkljivosti, ki zahtevajo nadaljnje raziskave in razvoj ter zavirajo nadomestitev klasičnih mokrih in suhih postopkov z LCO₂ postopki čiščenja in razkuževanja tekstilij.

5 Zahvala

Zahvaljujemo se Evropski uniji za finančno podporo pri izvedbi projekta FP7-SME-2007 222051 „ACCEPT – Advanced CO₂ Cle-

sor unit and the electro valves the consumption was negligible. During the one-bath LCO₂ disinfection procedure, 92.36% of electrical energy was consumed for the cooling of CO₂ with electrical pumps and ventilators during the decompression phase (61.57%) and during the CO₂ recycling phase (30.79%), both following at the end of the cleansing phase. An important contribution to reducing high electricity consumption would undoubtedly be a substitution of the existing cooling system with a water cool-device.

The LCO₂ disinfection procedure lasted for about 8 min longer when compared to the chemo-thermal procedure (cf. Tables 2 and 3), which was due to the slow decompression and the CO₂ cooling (17 min) to prevent "dry ice". In contrast to the chemo-thermal procedure, where the pre-washing, main washing and spinning phases were equally long (i.e. 11.06 min), the neutralisation phase took half the time and the LCO₂ procedure was more dynamic. After the two short phases (2 min), the air-evacuation, compression and heating of CO₂ followed a relatively long-lasting laundering phase (25 min), which assured the expected disinfection levels of textiles.

It is also important to emphasise that the LCO₂ procedure demanded the usage of only one laundering agent (4 ml/l CO₂), while the chemo-thermal procedure required a detergent, builder, tenside, and disinfection and neutralising agents (15.30 ml/kg of textiles).

One important advantage of the one-bath LCO₂ procedure is the fact that the treatment was performed without the presence of water, unlike the chemical-thermal disinfection laundry process, which is based on a water bath. Although the study researched the disinfection effect of the water and LCO₂ disinfections of textile bioindicators [70], unlike Cinqueni [31], no significant increases were found in the levels of microorganisms; therefore, water was excluded from the LCO₂ laundering procedure. The water was also connected to the fact that after the chemo-thermal procedure, the laundered textiles needed to be dried (35% pick-up), which prolonged the treatment time and used up extra energy for the residue water evaporation. In contrast, after the finished LCO₂ laun-

ding as an Ecological Process Technology", kakor tudi podjetjem *Chemische Fabrik Kreussler & Co. GmbH* Wiesbaden (Nemčija), *Fred Butler Sweden AB* Lidingö (Švedska) ter *WFK Forschungsinstitut für Reinigungstechnologie* Krefeld (Nemčija).

6 Literatura

1. PETRINIČ, I., ŠOSTAR-TURK, S., SIMONIČ, M. Upotreba naprednih tehnologija za pročiščavanje odpadnih voda u prao-nicama rublja. *Tekstil*, 2003, vol. 55 (9), p. 455–461.
2. ŠOSTAR-TURK, S., PETRINIČ, I., SIMONIČ, M. Laundry wastewater treatment using coagulation and membrane filtration. *Resour. Conserv. Recycl.*, 2005, vol. 44 (2), p. 185–196.
3. SIMONIČ, M., PETRINIČ, I., ŠOSTAR-TURK, S. Čiščenje odpadnih voda iz industrijske pralnice z uporabo membranske tehnologije. *Tekstilec*, 2004, vol. 47 (5-6), p. 167–174.
4. Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz naprav za pranje in kemično čiščenje tekstilij. *Uradni list Republike Slovenije*, 41/2007.
5. Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES o določitvi okvira za ukrepe skupnosti na področju vodne politike. Water Framework Directive. *Uradni list Evropske unije*, 2000/60/EC.
6. Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta o učinkovitosti rabe končne energije in o energetskih storitvah. *Uradni list Evropske unije*, 2011/207.
7. FIJAN, S. et al. The influence of industrial laundering of hospital textiles on the properties of cotton fabrics. *Tex. Res. J.*, 2007, vol. 77 (4), p. 247–255.
8. EBERLE, U. et al. Study and environmental benefits for low temperature disinfection process in commercial laundry. *Int. J. LCA*, 2007, vol. 12 (2), p. 127–138.
9. RKI-Richtlinie: Anforderungen der Hygiene an die Wäsche aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes, die Wäscherei und den Waschvorgang und Bedingungen für die Vergabe von Wäsche an gewerbliche Wäschereien. *Richtlinie Krankenhaushygiene und Infektionsprävention*. Berlin : Robert Koch Institute, 1995, 38, 7.
10. Liste der von DGHM geprüften und als wirksam befundenen Desinfektionsverfahren. Hannover : Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie, 2002, 4/2.
11. JASKA, M. J., AMES, L., FREDELL, D. L. Impact of detergent systems on bacterial survival on laundered fabrics. *Applied and Environmental Microbiology*, 1980, vol. 39 (4), p. 743–748.
12. BLASER, M. J., et al. Killing of fabric-associated bacteria in hospital laundry by low-temperature washing. *The J. of Infectious Diseases*, 1984, vol. 149 (1), p. 33–41.
13. CUNCLIFFE, V., GEE, R., AINSWORTH, P. An investigation into some aspects of the efficiency of low-temperature launde-

dering procedure, the textile bioindicators were dry to the touch; thus, additional drying was unnecessary.

Previous conclusions relating to water, energy demand and treatment time pointed out the same trend during the analysis of gas emissions caused by investigated disinfection laundering procedures. When comparing the results for GHG emissions with those emissions, causing global warming and acidification (cf. Tables 9 and 10), their diversity and significance could easily be seen among the member states of the ACCEPT research project. The great difference in CO₂ emissions (cf. Table 9) was noticeable as caused by the performance of the chemo-thermal laundering procedure in Sweden (37.56 g CO₂/kg of textiles) and the Netherlands (253.41 g CO₂/kg of textiles), while in the EU27, the average is 195.39 g CO₂/kg of textiles. Slovenia is with 202.80 g CO₂/kg of textiles among the states with the lowest CO₂ emissions, which does not apply to the emissions of NO₂ (140.28 g NO₂/kg of textiles) and CH₄ (13.41 g CH₄/kg of textiles), which are higher than in other states and than the EU27 average (109.10 g NO₂/kg of textiles, 9.47 g CH₄/kg of textiles). This fact also applies to GHG and the emissions of acidification into the environment for the one-bath LCO₂ disinfection laundering procedure (cf. Table 10). Thus, it is important to draw attention to the fact that the GHG emissions are by 75.26% lower for the LCO₂ procedure than the emissions from the chemo-thermal disinfection laundering procedure. These deviations between the same gas emissions in different countries are caused by the quantity of primary sources present for electricity production, which vary from country to country. The structures of primary sources for electricity generation and with them the related gas emissions for a wide-range of countries are integral parts of the LCA JRC ELCD Database II methodology [66]. The data in Table 11 show the evident diversity among the countries regarding their structures of conventional and renewable sources for electricity production. According to the data from the year 2002, the usage of coal during the electricity generation is the lowest in Sweden (1.60%) and the highest in Germany (49.80%), followed by Slovenia with 36.08%.

- ring. *J. of Consumer Studies and Home Economics*, 1988, vol. 12, p. 95–106.
14. AINSWORTH, P., FLETCHER, J. A comparison of the disinfectant action of a powder and liquid detergent during low-temperature laundering. *J. of Consumer Studies and Home Economics*, 1993, vol. 17, p. 67–73.
15. KNEZ, Ž. High pressure process technology- Quo vadis? *Chemical engineering research and design*, 2004, vol. 82, p. 1541–1548.
16. ŠKERGET, M., KNEZ, Ž. Modelling high pressure extraction processes. *Comput. chem. eng.*, 2001, vol. 25, p. 879–886.
17. ZAVRŠNIK, T. Čiščenje tekstilij v tekočem CO₂. *Tekstilec*, 2008, vol. 51 (4-6), p. 134–146.
18. TUŠEK, L., GOLOB, V., KNEZ, Ž. The effect of pressure and temperature on supercritical CO₂ dyeing of PET – dyeing with mixtures of dyes. *Int. J. Polym. Mater.*, 2000, vol. 47, p. 657–665.
19. GOLOB, V., TUŠEK, L. The dyeing of textiles in supercritical CO₂. *Vlákna text. (Svit)*, 2001, vol. 8 (4), p. 250–253.
20. HLOCH, H. G., FÖLLNER, B., BOHNEN, J. *Dry cleaning – latest new available technologies*. Texcare, Frankfurt, 2008. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.cinet-online.net/>.
21. SEITER, M. Chemische Reinigung von Textilien: Komprimiertes Kohlendioxid und Wasser als Alternative zu Lösemitteln. 12. *Tagung Industriearbeitskreis Trockeneisstrahlen*. Berlin : Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, 2008.
22. MCKEOWN, D. *Reducing health impacts of perchloroethylene from dry cleaning in Toronto*. Technical report, Toronto, 2007. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.toronto.ca/health/>.
23. EU LIFE00 ENV/NL/000797 DETECTIVE – Demonstration textile CO₂ Treatment introduction validation effort – Final report. Gorredijk, 2005.
24. Direktive Evropskega Parlamenta in Sveta o omejevanju emisij hlapnih organskih spojin zaradi uporabe organskih topil v nekaterih dejavnostih in obratih. *Uradni list Evropske unije*, 13/1999 EC (1882/2003 EC, 42/2004 EC, 112/2008 EC).
25. EPA 744-F-99-002. *Liquid Carbon Dioxide (CO₂) Surfactant System For Garment Care-Research report*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, 1999. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.epa.gov/dfe/pubs/garment/>.
26. HEILER, M. Eiskalt in Panzerschrank. *Textilreinigung*, 2009, vol.2, p. 16–18.
27. VAN ROOSMALEN, M. J. et al. Surfactants for particulate soil removal in dry-cleaning with high pressure carbon dioxide. *J. of Supercritical Fluids*, 2004, vol. 30, p. 97–108.
28. FIJAN, S. et al. Rotaviral RNA found in wastewaters from hospital laundry. *Int. J. Hyg. Environ.-Health*, 2006, vol. 209, p. 97–102.
29. FIJAN, S., et al. Antimicrobial disinfection effect of a laundering procedure for hospital textiles against various indica-

The displayed data show that the production of electricity in Slovenia is above the EU27 average when exploiting nuclear fuel and hydro-power, and below the EU27 average regarding the renewable energy through wind and solar energy, biomass and biogas. It should also be noted that in the published annual reports [65, 71], the reductions in GHG emissions are shown.

The structures of conventional and renewable sources for electricity production are reflected in the GWP and AP indicators caused by comparing the disinfection laundering procedures of textiles. Table 12 shows that the chemo-thermal disinfection procedures performed in different countries give the lowest GWP₁₀₀ and AP indicators in Sweden (52.58 g CO₂ eq/kg of textiles, 0.04 g SO₂ eq/kg of textiles) and the highest in Slovenia (356.49 CO₂ eq/kg of textiles, 4.38 SO₂ eq/kg of textiles), while the EU27 average for GWP₁₀₀ is 313.95 CO₂ eq/kg of textiles and for AP 1.12 SO₂ eq/kg of textiles. The environmental impact assessment reflects the fact that the GWP₁₀₀ and AP indicators for the one-bath LCO₂ disinfection laundering procedure are four times lower compared to the classical chemo-thermal procedure.

4 Conclusions

There is almost no human activity which does not create emissions of GHG, which result in the climate changes, reflecting in the rise of average global temperatures, increase in the average amount of precipitation, sea level rises, shrinking glaciers and occurrences of extreme weather events. The fact causing the most concern is that the concentrations of GHG in the air, caused by human activities, are increasing much faster than in a natural way [52]. The development of economic and environmental protection is based on the replacement of existing products and by developing new technologies on the exchange of fuels and raw materials, regarding a sustainable production and energy consumption [72].

The results from this study show that inadequate qualities of laundering wastewaters greatly burden the environment. The same effects on the environment are caused by their en-

tor bacteria and fungi using different substrates for simulating human excrements. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 2007, vol. 57, p. 251–257.

30. CEGNAR, M., BAUMGARTNER, S., KRISTL, J. Vlažna oskrba rane s sodobnimi oblogami. *Medicinski razgledi*, 2007, vol. 46, p. 235–247.
31. CINQUENAMI, C. et al. Inactivation of microbes using compressed carbon dioxide – an environmentally sound disinfection process for medical fabrics. *J. of Cleaner Production*, 2007, vol. 42, p. 392–397.
32. KNITTEL, D., SCHOLLMMEYER, E. *Verfahren zum Desinfizieren und/oder Sterilisieren*. DE 39 04 513 (1989); February 10, 1989.
33. DILLOW, A. et al. Bacterial inactivation by using near- and supercritical carbon dioxide. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1999, vol. 96, p. 10344–10348.
34. SCHMIDT, A., BEERMANN, K., BACH, E., SCHOLLMMEYER, E. Disinfection of textile materials contaminated with *E. coli* in liquid carbon dioxide. *J. of Cleaner Production*, 2005, vol. 13, p. 881–885.
35. FP7-SME-2007 222051 ACCEPT – *Advanced CO₂ Cleaning as an Ecological Process Technology*. Dostopno na svetovnem spletu: <http://kreussler.com/accept/>.
36. NERAL, B. et al. Advanced CO₂ cleaning as an ecological process technology. *41st International Symposium on Novelities in Textiles and 5th International Symposium on Novelities in Graphics and 45th International Congress IFKT: book of proceedings*. Uredili Barbara Simončič, Aleš Hladnik, Alenka Pavko Čuden, Jure Ahtik, Barbara Luštek Preskar, Andrej Demšar, Raša Urbas. Ljubljana: Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, 2010, p. 501–504.
37. *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*. *Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Načela in okviri* SIST EN ISO 14040:2006.
38. *Surface active agents – Evaluation of certain effects of laundering – Methods of preparation and use of unsoiled cotton control cloth* ISO 2267:1986.
39. NERAL, B., et al. *Efficient cleaning of soils and pathogens with LCO₂ treatment : research report*. Maribor: Faculty of Mechanical Engineering, Institute for Engineering Materials and Design, Laboratory for Textile Printing and Textile Care; Krefeld (Germany) : WFK Forschungsinstitut für Reinigungstechnologie, 2009.
40. *Tehnična dokumentacija, Messer Slovenija, podjetje za proizvodnjo in distribucijo tehničnih plinov d. o. o.* Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.messer.si/>.
41. Chemische Fabrik Kreussler & Co. GmbH Wiesbaden. *Tehnična dokumentacija*.
42. *Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod ter o pogojih za njegovo izvajanje. Uradni list Re-*

ergy requirements. The required cleaning and disinfection effects need a high input of electrical energy, which is negatively reflected in high global warming and acidification potential factors. Alongside the classical procedure, there is a newly developed one-bath LCO₂ disinfection laundering procedure for hospital textiles. In this paper, with the help of LCA, it was established that the one-bath LCO₂ procedure meets the environmental expectations. The required reductions in microorganisms, treatment without the presence of water, and important lower amounts of consumed electricity and the laundering agent were achieved, all of which contribute to a reduction in energy and low environmental impacts, with low emissions of GHG and acidification gases.

Despite the achieved progress, the LCO₂ technology could in the field of disinfection be classified among new textile care technologies. However, the cleansing efficiency improvement [73], the development of new detergents and additives, robust equipment and high investment costs are just some of the faults that require further research and development and obstruct the substitution of classical dry and wet procedures with the LCO₂ cleansing and disinfection procedures for textiles.

5 Acknowledgments

We would like to acknowledge the EU for financially supporting the project FP7-SME-2007 222051 "ACCEPT – Advanced CO₂ Cleaning as an Ecological Process Technology", as well as Chemische Fabrik Kreussler & Co. GmbH Wiesbaden (Germany), Fred Butler Sweden AB Lidingö (Sweden) and WFK Forschungsinstitut für Reinigungstechnologie Krefeld (Germany). Moreover, we would like to express our gratitude to prof. George Yeoman for the many useful remarks and suggestions he provided on the study, as well as for the final proofreading.

- publike Slovenije, 106/2001.
43. Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo. *Uradni list Republike Slovenije*, 47/2005.
 44. Priloga 1, Priloga 2. Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz naprav za pranje in kemično čiščenje tekstilij. *Uradni list Republike Slovenije*, 41/2007.
 45. Tekstilije – Tekstilije v postopku pranja – Sistem kontrole bio-kontaminacije. *Textiles – Laundry processed textiles – Biocontamination control system* SIST EN 14065:2003.
 46. *Textiles – Laundry-processed textiles articles – Hygienic cleanliness through application of HACCP system* NF XP G 07-172:1996.
 47. Tekstilije – Ugotavljanje protibakterijske aktivnosti na izdelkih s protibakterijsko apreturo SIST EN ISO 20734:2007.
 48. Ploskovne tekstilije – Določitev protibakterijskega delovanja SIST EN ISO 20645:2005.
 49. Kakovost vode – Ugotavljanje števila mikroorganizmov, sposobnih tvorbe kolonij – Štetje kolonij z nasajanjem v hranljivi agar SIST EN ISO 6222:1999.
 50. LIPUŠČEK, I. Ocenjevanje življenjskih ciklov izdelkov iz vidika obremenjevanja okolja –metoda LCA. Nova Gorica : Univerza v Novi Gorici, 2008, p. 12–19, 33–35.
 51. Kaj so standardi skupine ISO 14000? Slovenski inštitut za standardizacijo SIST. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.sist.si/>.
 52. *The science of climate change. IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change*. Dostopno na svetovnem spletu: www.ipcc.ch/.
 53. EBERLE, U. *Das Nachhaltigkeitszeichen: ein Instrument zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung? : Dissertation*. Giessen : Justus Liebig Universität Giessen, 2000.
 54. DAHLÖF, L. *LCA methodology Issues for textile products : PhD Thesssis*. Göteborg : Chalmers University Of Technology Göteborg, 2004.
 55. MÖLLER, M. et al. *EcoGrade 2.0. Methodology description*, Freiburg, 2005, Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.oeko.de/>.
 56. FRISCHKNECHT, R. et al. *Implementation of life cycle impact assessment methods : Ecoinvent report No. 3*. Dübendorf : Swiss Centre for Life Cycle Inventories, 2007.
 57. PRAKASH, S. et al. *Environmental product indicators and benchmarks in the context of environmental labels and declarations ANEC*. Freiburg : Institute for Applied Ecology, 2008.
 58. Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 842/2006 Evropskega parlamenta in Sveta o določenih fluoriranih toplogrednih plinih. *Uradni list Evropske unije*, 2006/842/EC.
 59. Uredba o uporabi ozonu škodljivih snovi in fluoriranih toplogrednih plinov. *Uradni list Republike Slovenije*, 78/2008.
 60. *Ogljični odtis. Uvod za podjetja in organizacije*. Ljubljana : Umanotera, Slovenska fundacija za trajnostni razvoj, 2009.

61. »Global Warming Potentials«. *Climate Change, The Science of Climate Change: Summary for Policymakers. Technical Summary of the Working Group I Report, 1995. 2007 IPCC Fourth Assessment Report (AR4)*. Dostopno na svetovnem spletu: http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php.
62. RÜDENAUER, I. et al. *Eco-efficiency analysis of washing machines – life cycle assessment and determination of optimal life span*. Öko-Institut e.V., Freiburg, 2004. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.oeko.de/>.
63. NERAL, B. et al. *Life-cycle assesment (LCA) of chemo-thermal laundering procedure: research report*. Maribor: Faculty of Mechanical Engineering, Institute for Eengineering Materials and Design, Laboratory for Textile Printing and Textile Care, 2009.
64. Uredba o nacionalnih zgornjih mejah emisij onesnaževal zunanjega zraka. EVA 2007-2511-0144. *Uradni list Republike Slovenije*, 92/2007.
65. *Kazalci okolja v Sloveniji*. Republika Slovenija. Ministrstvo za okolje in prostor. Agencija Republike Slovenije za okolje. Dostopno na svetovnem spletu: <http://kazalci.arso.gov.si/>.
66. *European Platform on Life Cycle Assessment, 2010*. European Commission. Joint Research Centre-Institute for Environment and Sustainability. Dostopno na svetovnem spletu: <http://lct.jrc.ec.europa.eu/>, <http://ec.europa.eu/environment/>.
67. *CML (2001) – CML's impact assessment methods and characterisation factors*. Institute of Environmental Sciences (CML). Faculty of Science, Leiden University. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.university-directory.eu/Netherlands/Institute-of-Environmental-Sciences-CML--Faculty-of-Science--Leiden-University.html>, <http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/databases/cmlia/>.
68. *National gas inventories programme – inventory guidelines*. IPCC – NGGIP/TSU, 2006. Dostopno na svetovnem spletu: www.ipcc.ch/.
69. *Global emission model for integrated systems (GEMIS) V 4.6*. Oeko-Institut e.V., Freiburg. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.oeko.de/service/gemis/>.
70. FIJAN, S. et al. Determining the disinfection of textiles in compressed carbon dioxide using various indicator microbes. *J. of Microbiology*. Članek sprejet za objavo.
71. *Europe's energy position, Market observatory for energy – report for 2009*. European Commission, 2010, 23–25.
72. *Operativni program zmanjševanja emisij toplogrednih plinov do leta 2012*. Ljubljana : Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje in prostor, 2006.
73. NERAL, B. et al. Soil removal and disinfection of textiles using LCO₂ treatment. *International Conference on Innovative Technologies: Proceedings*. Editors Jan Kudlaček, Zlatan Car, Tomaž Pepelnjak, Michal Pakosta. Bratislava : World Association for Innovative Technologies, 2011, p. 419–421.

Use of Quartz Crystal Microbalance (QCM) for Biopolymers Adsorption Studies

Original Scientific Paper

Received July 2011 • Accepted September 2011

Abstract

The importance of biomaterials has been on the increase during the last years, especially in the field of biorefineries. The most abundant biopolymers are plant polysaccharides, which are potential materials for hydrocolloids and novel advanced natural materials. During the thermomechanical pulp (TMP) production, a huge amount of hemicelluloses with a great application potential are disposed with process waters. Hemicelluloses from spruce wood were tested as the material for the production of biodegradable films and as hydrocolloids. Therefore, the adsorption process and stability of adsorbed hemicellulose films are important in the colloid and food chemistry. One of the techniques which can be used for the in situ adsorption studies is quartz crystal microbalance with dissipation unit (QCM-D). In our study, QCM-D was used for monitoring the adsorption of hemicellulose from spruce wood onto model poly(ethyleneterephthalate) (PET) surface. The added salt increased the adsorption of hemicelluloses from softwood due to the shielding of repulsive forces between the negative charges of the PET surface and negative charge groups in hemicelluloses.

Vodilni avtor/corresponding author:

Aleš Doliška

tel.: + 386 2 220 79 02

e-mail: ales.doliska@uni-mb.si

Aleš Doliška^{1,2}

¹ Laboratorij za obdelavo in preskušanje polimernih materialov, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo,

² Center odličnosti za polimerne materiale in tehnologije, Ljubljana

Uporaba kremenove mikrotehnice za spremljanje adsorpcije biopolimerov

Izvirni znanstveni članek

Poslano julij 2011 • Sprejeto september 2011

Izvilleček

Uporaba polimerov naravnega izvora oziroma biopolimerov se v zadnjih letih povečuje, posebno na področju biorafinerije. Najobetavnejši biopolimeri so rastlinski polisaharidi, ki so potencialni materiali tudi za hidrokoloide in nove napredne naravne materiale. Velika količina potencialno uporabnih hemiceluloz se zavrže med proizvodnjo termomehanske pulpe (TMP) z odpadnimi procesnimi vodami. Hemiceluloze iz mehkega lesa, kot je smrekovina, so bile testirane kot material za proizvodnjo biorazgradljivih filmov in hidrokolidov.

Adsorpcija in stabilnost teh adsorbiranih hemiceluloznih filmov sta pomembna dejavnika v koloidni in prehranski kemiji. Ena od tehnik, s katerimi lahko spremljamo adsorpcijo v realnem času, je kremenova mikrotehnica (QCM-D). V našem prispevku smo uporabili kremenovo mikrotehniko za adsorpcijo hemiceluloz iz smrekovine na modelno površino polietilentereftalata (PET). Dodana sol je povečala stopnjo adsorpcije hemiceluloz na površino PET zaradi omljenja odbojnih sil med negativno nabito površino PET in negativnimi skupinami v hemicelulozah.

Ključne besede: QCM-D, hemiceluloze, PET, termomehanska pulpa (TMP), galaktoglucomanan

1 Uvod

Uporaba polimerov naravnega izvora oziroma biopolimerov se v zadnjih letih povečuje, posebno na področju biorafinerije. Najobetavnejši biopolimeri so rastlinski polisaharidi, ki so potencialni

Keywords: QCM-D, hemicellulose, PET, thermomechanical pulp (TMP), galactoglucomannan

1 Introduction

The use of biopolymers has been increasing during the last years, especially in the field of biorefineries. The most abundant biopolymers are plant polysaccharides, which are potential materials for hydrocolloids and novel advanced natural materials. Certain hemicelluloses, e.g. gums from different natural sources, have been applied in the areas such as papermaking, textiles, cosmetics, medicine, foodstuff and health care [1]. However, there is a huge source of water soluble galactoglucomannans (GGMs), which are not efficiently reused and can be isolated during the pulp production from process water (cf. Figure 1). These hemicelluloses are now used in papermaking, improving the paper properties by absorbing on the fibre surface [2]. The amount of hemicelluloses in dry wood is usually from 20–30% and they mostly function as the support material in the cell walls associated to cellulose. The composition and structure of hemicelluloses vary with different plant species, as well as from the part of the plant. O-acetyl galactoglucomannans (cf. Figure 2) from softwoods consist of a backbone of β -(1 $\rightarrow$ 4)-D-mannopyranosyl and β -(1 $\rightarrow$ 4)-D-glucopyranosyl units carrying single α -D-galactopyranosyl residues that are 1 $\rightarrow$ 6-linked to mannose units, and acetyl substituents are attached to the C-2 or C-3 positions of mannose [3]. The ratio of anhydro mannose : glucose : galactose units of water-soluble spruce galactoglucomannans is approximately 4 : 1 : 0.5, and the degree of acetylation is up to 0.3, and it has been stated that only mannosyl units bear acetyl groups [4]. The molar masses are about 20–60 kDa. GGMs have a great application potential. At the laboratory scale, GGMs have been tested as the raw material for the production of biodegradable films [5] and in therapeutic reagents [6] as biological response modifiers. GGMs have also been studied as hydrocolloids [4] and as a potential source of novel anticoagulants production [7].

Therefore, the adsorption processes and stability of adsorbed GGM films are important in

materiali tudi za razne hidrokoloide in nove napredne naravne materiale. Nekatere hemiceluloze, kot so razni glukomanani iz različnih naravnih virov, že uporabljajo v industrijski proizvodnji papirja, tekstilni industriji, proizvodnji kozmetike, v medicini, prehranski industriji in na področju varovanja zdravja [1].

Pri proizvodnji termomehanske pulpe iz smrekovine se s procesnimi vodami odstranijo velike količine galaktoglukomanov (GGM), ki še nimajo širše koristne uporabe in jih lahko izoliramo iz odpadnih procesnih vod (slika 1). Te hemiceluloze se za zdaj uporabljajo v papirni industriji, kjer se med procesom adsorbirajo na površino vlaken papirne pulpe in tako izboljšajo lastnosti papirja [2].

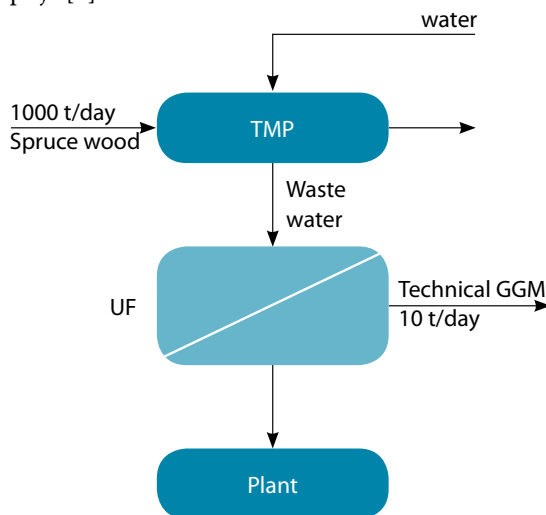


Figure 1: Process scheme of thermomechanical pulp production

V suhem lesu je po navadi od 20 do 30 odstotkov hemiceluloz in so večinoma gradniki celičnih sten v povezavi s celulozo. Sestava in struktura hemiceluloz se razlikujeta glede na vrsto in dele rastlin. O-acetilirani galaktoglukomanan (slika 2) iz smrekovine sestavlja skelet β -(1 $\rightarrow$ 4)-D-manopiranozilnih enot in β -(1 $\rightarrow$ 4)-D-glukopiranozilnih enot s stranskimi α -D-galaktopiranozilnimi enotami, 1 $\rightarrow$ 6-vezanimi na manozne enote v verigi. Acetilne skupine so vezane na položaje C-2 ali C-3 v manoznih enotah verige [3].

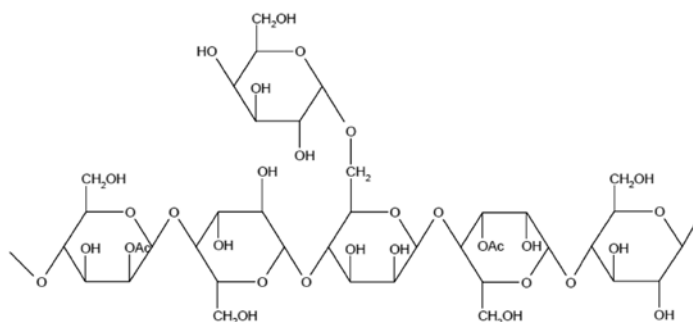


Figure 2: Structural feature of spruce wood galactoglucomannan [1]

the colloid and food chemistry. One of the techniques which can be used for the in situ adsorption studies is quartz crystal microbalance with dissipation unit (QCM-D) [8–11].

In our research, QCM-D was used to monitor the adsorption of unmodified GGM and sulphated GGM on the model PET surface. The adsorption of GGMs was studied and the influence of both, calcium chloride (CaCl_2) and sodium chloride (NaCl), on the GGM adsorption was examined using the QTools software (QSense, Sweden). The charges of both, unmodified and sulphated GGMs, were detected with cationic polyelectrolyte titration according to Tanaka and Sakamoto [12], and the results were compared to the mass adsorbed on the PET film.

2 Experimental

2.1 Materials

Galactoglucomannans (GGMs)

GGM was recovered from the process water of thermomechanical pulping using spruce wood according to Willför et al [1, 13].

GGMSO₄ was prepared according to the procedure described elsewhere [7]. All other chemicals were analytical grades, supplied by Fluka.

PET film

The QCM-D analyses were performed on model PET surfaces which were prepared using the spin coating technique. For the substrate, we used AT-cut quartz crystals with gold plate electrodes (supplied by Q Sense AB, Sweden) with fundamental frequency (f_0) = 5 MHz and sensitivity constant $C = 0.177 \text{ mg/m}^2 \text{ Hz}$. Prior to the spin coating, all crystals were cleaned in a 5 : 1 : 1 mixture of MQ water, H_2O_2 (30%) and NH_4OH (25%) for 5 min at 70 °C.

The spin coated PET films were prepared by spin coating 1 wt.% PET solution in 1,1,2,2-tetrachloroethane (Fluka, 86960) onto quartz crystals. The PET film thicknesses were estimated by measuring the mass of spin coated film in air with QCM-D and were found to be $48 \pm 10 \text{ nm}$. The AFM imaging of model PET films showed that films were smooth and uniform with the average roughness $S_a = 0.25 \text{ nm}$ [14].

Razmerje enot manozna / glukoza / galaktoza v vodi topnih galaktoglukomananov je približno 4 / 1 / 0,5. Stopnja acetilacije je 0,3, kjer so acetilne skupine vezane večinoma na manozne enote v verigi [4]. Molske mase izoliranih galaktoglukomananov so 20–60 kDa.

Galaktoglukomanani imajo velik potencial uporabe, zato so bili na laboratorijski ravni testirani kot surovina za proizvodnjo biofilmov [5] in kot terapevtski reagenti – modifikatorji biološkega odziva [6]. Prav tako so jih preskušali kot hidrokoloida [4] in kot morebiten vir surovin za proizvodnjo novih antikoagulantov [7].

Prav zato so pomembni adsorpcijski procesi in stabilnost adsorbiranih galaktoglukomananskih filmov v koloidni in prehranski kemiji.

Ena takšnih tehnik za spremljanje adsorpcije v realnem času je kremenova mikrotehnica s spremljanjem dušenja nihanja (Quartz Crystal Microbalance with dissipation unit -QCM-D) [8–11].

V raziskavi smo uporabili kremenovo mikrotehniko za spremljanje adsorpcije nemodificiranih in sulfatiranih galaktoglukomananov na modelno PET-površino. Spremljali smo adsorpcijo in vpliv kalcijevega klorida (CaCl_2) in natrijevega klorida (NaCl) na adsorpcijo galaktoglukomananov. Naboj na preiskovanih hemicelulozah smo določili s polielektrolitsko titracijo po postopku, ki sta ga uvedla Tanaka in Sakamoto [12], in primerjali odvisnost med nabojem in maso adsorbiranih galaktoglukomananov na modelno površino PET.

2 Eksperimentalno delo

2.1 Materiali

Galaktoglukomanani (GGM)

Galaktoglukomanani so bili pridobljeni iz procesnih voda med proizvodnjo termomehane pulpe (TMP) po postopku, ki ga je opisal Willför s soavtorji [1, 13].

Sulfatirani galaktoglukomanan (GGMSO₄) smo pripravili s sulfatacijo, ki je podrobno opisana v literaturi [7]. Vse kemikalije so bile analitske čistote proizvajalca Fluka.

PET film

Ekspirenti adsorpcije hemiceluloz s pomočjo kremenove mikrotehnice so bili narejeni na modelni površini PET, pripravljeni s pomočjo tehnike „spin coat“. Za substrat smo uporabili kremenov kristal (AT-rez) z elektrodami iz zlata (Q Sense AB, Švedska) in osnovno resonančno frekvenco (f_0) = 5 MHz ter masno konstanto kremenovega kristala, $C = 0,177 \text{ mg/m}^2 \text{ Hz}$. Pred samo pripravo filma so bili vsi kristali prej očiščeni v raztopini milliQ vode, H_2O_2 (30 %) in NH_4OH (25 %) v razmerju 5 : 1 : 1, za 5 min pri 70 °C. PET-filmi, pripravljeni s pomočjo tehnike „spin coat“, so bili pripravljeni iz 1 wt.-% raztopine PET v 1,1,2,2-tetrakloroetanu (Fluka, 86960). Debelina filma PET je bila ocenjena z razliko v reso-

2.2 Methods

Polyelectrolyte titrations

Polyelectrolyte titrations were performed in order to determine the amount of negative charge, deriving from dissociated sulphate and acetate groups, on different modified polysaccharide samples. Polyelectrolyte titrations were made with a cationic polyelectrolyte pDADMAC as titrant ($c \approx 1$ mM) and with Toluidine blue as a cationic indicator. The Toluidine blue forms a complex with the negatively charged functional groups of the sample, which results in a red coloured solution. The change in colour from red to blue indicates the formation of a complex between the cationic polyelectrolyte and anionic polysaccharide. The bonding stoichiometry of polyelectrolyte to the negatively charged groups is 1 : 1. The amount of negatively charged groups can be determined from the volume of added polyelectrolyte at the point of equivalence [12, 15]. The procedure is described in details elsewhere [7, 16, 17].

Quartz crystal microbalance with dissipation unit (QCM-D)

Quartz crystal microbalance with dissipation unit (QCM-D) is one of the few techniques that give direct information on the *in situ* adsorption process [8–10]. It is based on the change in the resonance frequency of a thin AT-cut piezoelectric quartz crystal disc that oscillates in the shear mode when the AC voltage is applied across electrodes. The AT-cut crystal has a crystalline orientation which generates shear waves. The advantage of the AT-cut quartz crystal is also that it has nearly a zero frequency drift in the temperature range 5–50 °C.

The QCM-D device measures the mass of a thin film deposition onto the quartz crystal sandwiched between two electrodes. The quartz crystal connected to power supply oscillates at its fundamental resonance frequency and several overtones. The frequency of the QCM decreases with increasing the mass, viscosity and electrodes roughness.

The adsorbed amount (ng/cm^2) can be calculated from the frequency shift using the Sauerbrey equation (1). However, the Sauerbrey equation is valid only for rigid, evenly distributed thin adsorbed layers (Equa-

nančnih frekvencah kvarčnega kristala pred nanosom raztopine PET na kristal in po njem, merjeno v zraku. Debelina PET-filma na kvarčnih kristalih je znašala 48 ± 10 nm. S pomočjo mikroskopske na atomsko silo AFM smo določili povprečno hrapavost, $S_a = 0,25$ nm [14].

2.2 Metode

Polielektrolitske titracije

S pomočjo polielektrolitskih titracij smo določili količino negativnega naboja v raztopinah galaktoglukomananov, ki je posledica disociiranih sulfatnih in acetatnih skupin. Polielektrolitske titracije so bile izvedene s polielektrolitom pDADMAC kot titrantom ($c \approx 1$ mM) in barvilom Toluidine modro kot kationskim indikatorjem. Toluidine modro tvori z negativno nabitimi funkcionalnimi skupinami kompleks, ki raztopino obarva rdeče. Sprememba barve iz rdeče v modro je posledica nastanka kompleksa med kationskim polielektrolitom in anionskimi polisaharidi. Stehiometrično razmerje med njimi je 1 : 1. Količina negativno nabitih skupin v raztopljenem polisaharidu se določi iz porabe polielektrolita v ekvivalentni točki [12, 15]. Sam postopek je natančneje opisan v literaturi [7, 16, 17].

Kremenova mikrotehnica (QCM-D)

Kremenova mikrotehnica, ki meri izgubo energije med adsorpcijo (QCM-D), je ena redkih, ki daje neposredne informacije o procesu adsorpcije *in situ* [9–11]. Osnova metode je merjenje resonančne frekvence tankega kremenovega kristala okrogle oblike, ki strižno (laterarno) vibrira, če je priključen na izmenično električno napetost. Sprememba mase resonatorja (kristala) povzroči spremembo resonančne frekvence. Da kristal lahko vibrira v strižnem načinu, mora imeti natančno določeno kristalografsko orientacijo, ki jo dobimo tako, da kremenovo ploščico iz kremenovega kristala izrežemo pod kotom $35^\circ 15'$ glede na Y-os, kar je znano kot AT-rez. Prednost tega reza je, da je sprememba frekvence v odvisnosti od temperature v temperaturnem intervalu od 5 do 50 °C zanemarljiva. Naprava QCM-D meri maso adsorbirane hemice-luloze na modelnem PET-filmu na kremenovem kristalu. QCM-D kristal, priključen v sistemu, oscilira z osnovno resonančno frekvenco in njenimi nadtoni (večkratniki osnovne resonančne frekvence). Frekvenca kristala QCM pada z naraščajočo adsorbirano maso, z naraščajočo viskoznostjo in s hrapavostjo elektrod. Masa adsorbiranega polisaharida (ng/cm^2) se zlahka izračuna iz spremembe resonančne frekvence s pomočjo Sauerbreyeve enačbe (1). Sauerbreyeva enačba je veljavna samo za trdne enakomerno adsorbirane in tanke adsorbirane plasti.

$$\Delta m = - \frac{C \times \Delta f}{n} \quad (1)$$

kjer je C masna konstanta ($17,7 \text{ ng Hz}^{-1} \text{cm}^{-2}$ za 5 MHz kremenov kristal), n številka nadtona osnovne resonančne frekvence (1, 3, 5,

tion 1); where C is mass sensitivity constant ($17.7 \text{ ng/cm}^2 \text{ Hz}$ for a 5 MHz quartz crystal), n is the overtone number (1, 3, 5, 7, 9, 11, 13), Δm is change in mass and Δf is frequency change.

It is also possible to estimate the layer thickness of the adhering layer if we know the density of the adsorbed layer.

3 Results and discussion

Figure 3 shows the QCM-D system (E4, QSense, Sweden) for the adsorption study of GGMs. The solution of GGM was pumped with a peristaltic pump (IPC, Ismatec, Swiss) over the model PET film surface at the flow rate 0.1 ml/min. Prior

7, 9, 11, 13), Δm je sprememba mase kristala in Δf je sprememba resonančne frekvence.

Prav tako je mogoče s pomočjo Sauerbreyeve enačbe izračunati debelino adsorbiranega sloja, če poznamo gostoto adsorbiranega sloja ali pa določimo približek gostote.

3 Rezultati in razprava

Na sliki 3 je prikazan sistem QCM-D (E4, QSense, Švedska), uporabljen pri študiju adsorpcije galaktoglukomananov. Raztopina galaktoglukomananov se je prečrpavala čez modelno PET-površino s peristaltično črpalko (IPC, Ismatec, Švica) pri hitrosti pretoka 0,1 ml/min. Pred adsorpcijo hemiceluloz je bila površina PET čiščena 20 min z milliQ vodo (Direct 8, Millipore, Francija) pri pretoku 0,25 ml/min.

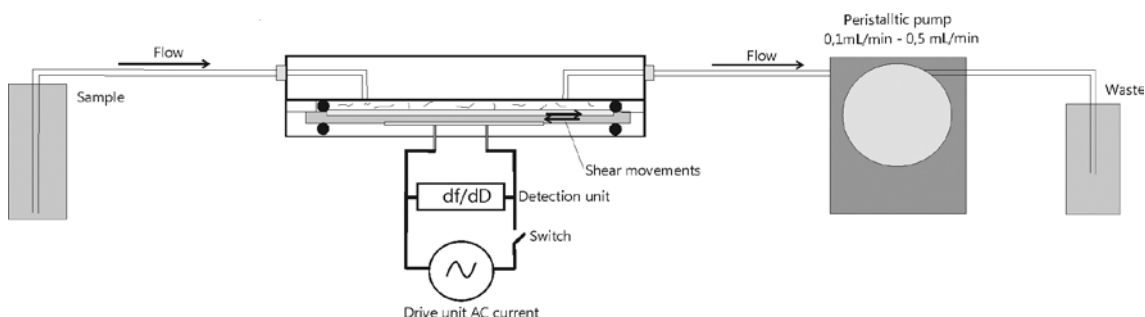


Figure 3: QCM-D system for adsorption studies

to the adsorption step, the surfaces were rinsed with milliQ water (Direct 8, Millipore, France) for 20 minutes at the flow rate 0.25 ml/min.

Figure 4 shows the frequency change in the case when GGM (50 mg/l) was adsorbed on the model PET film with and without the added electrolyte. The change in the frequency represents the mass adsorbed on the surface and it is obvious from the figure that the added salt increased adsorption of GGM on the PET surface. The frequency decreased by around 20 Hz after the water rinsing step, which means that this change represents an irreversible adsorption, since the mass cannot be washed away. When 0.1 M NaCl was in the GGM solution, the frequency decreased by approximately 40 Hz. From the timeline, the adsorption rate can be observed; the latter can be defined as slow, since the adsorption plateau was not reached even after 2 h. In the case of added salt, the adsorption was much faster.

Slika 4 prikazuje spremembo frekvence pri adsorpciji galaktoglukomananov (50 mg/l) na modelni PET-film ob dodani 0,1 M NaCl raztopini in brez dodanih elektrolitov. Sprememba frekvence pomeni adsorbirano maso na modelni PET-površini, na kremenovem kristalu. Resonančna frekvenca se spremeni za približno 20 Hz po spiranju, kar pomeni, da gre za ireverzibilno adsorpcijo, saj nadaljnje spiranje ne vpliva na spremembo frekvence. Pri 0,1 M NaCl, dodanega v raztopini galaktoglukomananov (50 mg/l), frekvenca pade za približno 40 Hz. Iz poteka krivulje spremembe

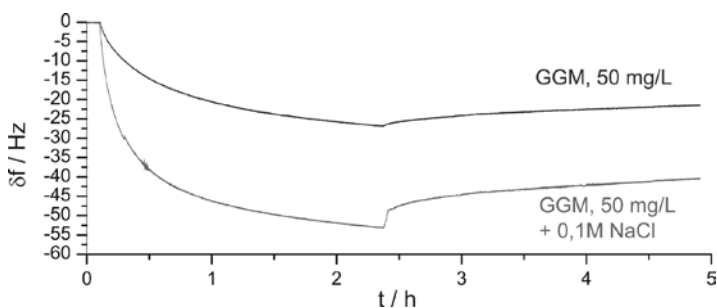


Figure 4: Frequency change during adsorption of GGM onto PET with and without salt

Figure 5 represents the dissipation change for the same experiment. The dissipation changes provide valuable information about the viscoelastic properties of the adsorbed layer. It can be seen that salt, which increases adsorption, also changes the viscoelastic properties of the adsorbed GGM. The layer became softer with more water incorporated in the adsorbed layer; however, after the rinsing step, the dissipation decreased by $1 \cdot 10^{-6}$ in the case of added salt, which could not be observed when there was no electrolyte in the solution.

The diagram in Figure 6 shows adsorbed mass of GGM (100 mg/l) and GGMSO₄ (100 mg/l) on the PET surface without added salt, and with added NaCl and CaCl₂ (both 0.1 M). The mass was estimated from the frequency changes after adsorbing and after rinsing with milliQ water using software QTools (QSense, Sweden). From the diagram, it can be seen that the sulphated GGM (100 mg/l) does not adsorb on PET, which is a consequence of its negative charge. The uncharged GGM adsorbs quite well and almost 700 ng/cm² was adsorbed from 100 mg/l of the GGM solution. The added salt increased adsorption up to 900 ng/cm². In the case of GGMSO₄ adsorption, the salt effect is much more pronounced, as with added NaCl, the adsorption increased to 200 ng/cm² and with added CaCl₂ the adsorption increased to almost 600 ng/cm². Figure 7 shows the connection between the adsorption of GGMs and charge.

GGM which is not charged adsorbs on PET and the negatively charged GGMSO₄ with the charge of almost 5 mmol/l does not adsorb on PET. It can be concluded that the adsorption between the negatively charged PET surface and negatively charged biopolymers increases with added salt due to the shielding of repulsive forces. The QCM-D is a convenient tool for the in situ adsorption studies and is easy to perform on various surfaces; however, the main drawback is that we are limited to model surfaces only.

4 Conclusions

QCM-D is a useful tool for the characterisation of the formation of thin films (proteins,

resonance frequency in dependence of time is a clear indicator of adsorption, which is better slower, as the plateau is not reached after two hours of adsorption. When salt is added, adsorption is faster and adsorbs more material.

Na sliki 5 je prikazano dušenje nihanja za isti eksperiment. Iz spremembe meritev dušenja nihanja (ko sistem izključimo iz vira napetosti in merimo hitrost pojemanja oz. dušenje nihanja) med adsorpcijo dobimo informacije o viskoelastičnih lastnostih adsorbiranega sloja galaktoglukomananov. Vidimo, da dodana sol spremeni tudi lastnosti adsorbiranega galaktoglukomanana. Sloj postane mehkejši in vsebuje več vode, po spiranju se dušenje spremeni približno za $1 \cdot 10^{-6}$ pri raztopini galaktoglukomananov, kjer je dodana sol, kar pa ne velja tedaj, ko je raztopina galaktoglukomananov brez dodane soli in spiranje ne spremeni viskoelastičnih lastnosti adsorbiranega sloja.

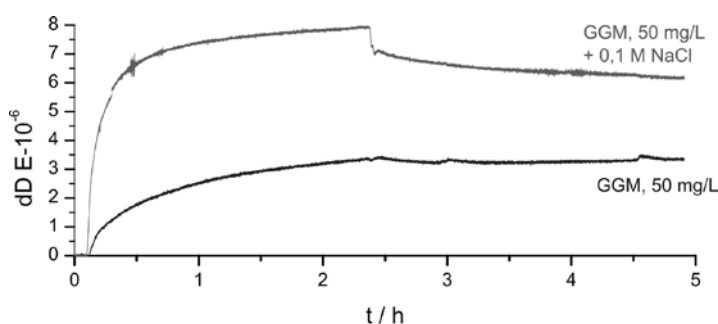


Figure 5: Dissipation change-during adsorption of GGM onto PET with and without salt

Diagram na sliki 6 prikazuje adsorbirane mase galaktoglukomananov in sulfatiranih galaktoglukomananov masne koncentracije 100 mg/l na površino PET brez dodane soli in z dodano 0,1 M raztopino NaCl in CaCl₂. Spremembo mase smo določili po adsorpciji in spiranju z milliQ vodo in uporabo programske opreme QTools (QSense, Švedska).

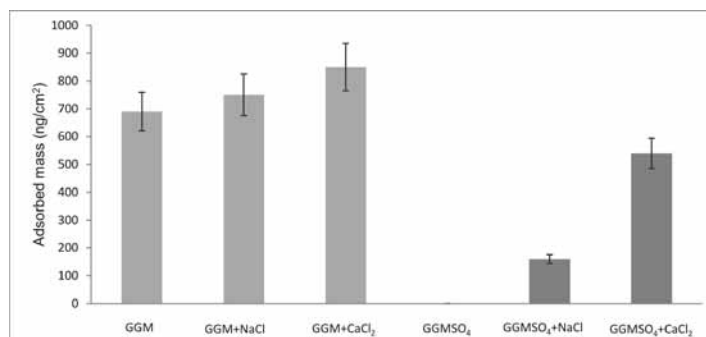


Figure 6: Adsorbed GGMs (ng/cm²) estimated with Sauerbrey equation

polymers, cells etc) on different surfaces and as such, it can be applied in the characterisation of the GGM adsorption on PET. The PET surface is more negatively charged; the species with a higher negative charge (GGMSO₄) thus do not adsorb well on the PET surface, as the repulsion forces are high. On the other hand, GGM which is not charged adsorbs quite well on PET. This study demonstrates that in the presence of electrolytes, the adsorption of GGMs on the PET film increases, the effect being higher for more negatively charged GGMSO₄ in the case of a divalent cation.

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge the financial support from the Ministry of Higher Education, Science and Technology of the Republic of Slovenia through the contract No. 3211-10-000057 (Centre of Excellence Polymer Materials and Technologies).

V diagramu vidimo, da se sulfatirani galaktoglukomanan (100 mg/l) ne adsorbira na PET zaradi njegovega negativnega naboja. Nenabiti galaktoglukomanan se kar dobro adsorbira na PET, saj ga je skoraj 700 ng na 1 cm² po adsorpciji iz vodne raztopine. Dodana sol dodatno zviša vsebnost galaktoglukomananov na površini PET na 900 ng/cm². Pri adsorpciji sulfatiranih galaktoglukomananov je vpliv dodane soli veliko večji, saj se pri dodanem NaCl adsorpcija zviša na 200 ng/cm², pri dodanem CaCl₂ pa se adsorpcija poviša na skoraj 600 ng/cm². Slika 7 prikazuje povezavo med nabojem in adsorpcijo hemiceluloz.

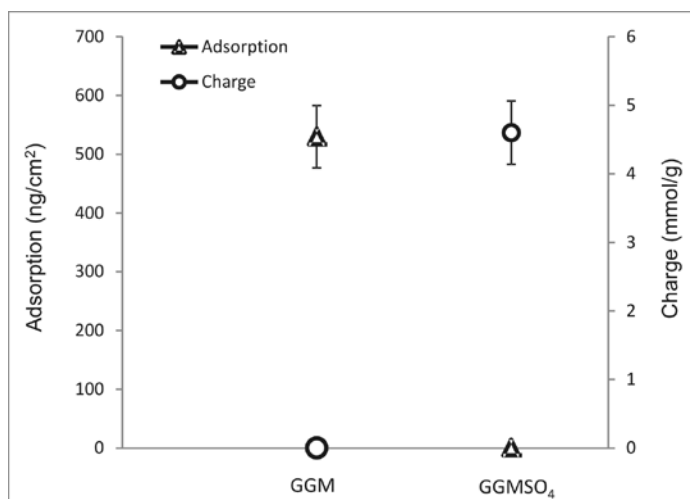


Figure 7: Charge and adsorbed amount of nonmodified and sulphated GGMs

Nenabiti galaktoglukomanan se adsorbira na PET, negativno nabiti sulfatirani galaktoglukomanan z negativnim nabojem skoraj 5 mmol/l pa se ne adsorbira na PET. Torej velja naslednja povezava: velik negativni naboj pomeni zelo majhno ali nično adsorpcijo in nasprotno se adsorpcija poveča z nižanjem negativnega naboja. Iz tega sledi sklep, da z dodatkom soli zvišamo stopnjo adsorpcije negativno nabitih biopolimerov na negativno nabito površino PET. To se zgodi, ker kationi soli omilijo odbojne sile med negativnim nabojem biopolimera v raztopini in med površino PET. QCM-D je uporabno orodje za spremljanje *in situ* adsorpcijskih procesov, zlahka se aplicira na različne površine, glavna pomanjkljivost metode pa je, da smo omejeni samo na uporabo modelnih površin.

4 Sklepi

QCM-D je uporabno orodje za karakterizacijo adsorbiranih tankih filmov (proteinov, polimerov, celic ...) na različnih površinah in je tako primerno orodje tudi za spremljanje adsorpcije galaktoglukomananov na modelno površino PET. Za PET-površine ve-

lja, da so negativno nabite, zato se negativno nabiti biopolimeri (npr. GGMSO₄) težje ali pa sploh ne adsorbirajo na površine PET, ker so odbojne sile prevelike. Nenabiti galaktoglukomanan se v nasprotju s sulfatiranim galaktoglukomananom dokaj dobro adsorbira na PET. Ta prispevek dokazuje, da se v prisotnosti dodanih soli raztopinam biopolimerov, pridobljenih iz procesnih vod pri proizvodnji termomehanske pulpe iz smrekovega lesa, adsorpcija na PET zvišuje. To je še bolj izrazito pri uporabi dvovalentnih soli za bolj negativno nabite biopolimere, kot je sulfatirani galaktoglukomanan.

Zahvala

Raziskavo je finančno podprlo Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo Republike Slovenije po pogodbi Št. 3211-10-000057 (Center odličnosti Polimerni materiali in tehnologije).

5 Viri

1. XU, C. *Physicochemical properties of spruce water-soluble galactoglucomannan*. Thesis., 2008.
2. SUNDBERG, A., HOLMBOM, B., WILLFÖR, S. and PRANOVIČ, A. Weakening of paper strength by wood resin. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 2000, vol. 15, no. 1, p. 46–53.
3. SJÖSTRÖM, E. *Wood Chemistry Fundamentals and Applications*. Academic Press, Inc., 1993.
4. WILLFÖR, S., SUNDBERG, K., TENKANEN, M. and HOLMBOM, B. Spruce-derived mannans – A potential raw material for hydrocolloids and novel advanced natural materials. *Carbohydrate Polymers*, 2008, vol. 72, no. 2, p. 197–210.
5. MIKKONEN, K. S., HEIKKILÄ, M. I., HELEN, H., HYVONEN, L. and TENKANEN, M. Spruce galactoglucomannan films show promising barrier properties. *Carbohydrate Polymers*, 2010, vol. 79, no. 4, p. 1107–1112.
6. EBRINGEROVA, A., HROMADKOVA, Z., HRIBRLOVA, V., XU, C. L., HOLMBOM, B., SUNDBERG, A. and WILLFÖR, S. Norway spruce galactoglucomannans exhibiting immunomodulating and radical-scavenging activities. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2008, vol. 42, no. 1, p. 1–5.
7. DOLIŠKA, A., WILLFÖR, S., STRNAD, S., RIBITSCH, V., STANA-KLEINSCHKE, K., EKLUND, P. and XU, C. Anti-thrombotic properties of sulfated wood-derived galactoglucomannans *Holzforschung*, 2011, Article in press, DOI:10.1515/HOLZ.2011.0016.R2
8. INDEST, T., LAINE, J., RIBITSCH, V., JOHANSSON, L. S., STANA-KLEINSCHKE, K. and STRNAD, S. Adsorption of chitosan on PET films monitored by quartz crystal microbalance. *Biomacromolecules*, 2008, vol. 9, no. 8, p. 2207–2214.

9. INDEST, T., LAINE, J., JOHANSSON, L. S., STANA-KLEINSCHEK, K., STRNAD, S., DWORCZAK, R. and RIBITSCH, V. Adsorption of fucoidan and chitosan sulfate on chitosan modified PET films monitored by QCM-D. *Biomacromolecules*, 2009, vol. 10, no. 3, p. 630–637.
10. INDEST, T., LAINE, J., STANA-KLEINSCHEK, K. and ZEMLJIC, L. F. Adsorption of human serum albumin (HSA) on modified PET films monitored by QCM-D, XPS and AFM. *Colloids and Surfaces a-Physicochemical and Engineering Aspects*, 2010, vol. 360, no. 1-3, p. 210–219.
11. GERICKE, M., DOLIŠKA, A., STANA, J., LIEBERT, T., HEINZE, T. and STANA-KLEINSCHEK, K. Semi-Synthetic Polysaccharide Sulfates as Anticoagulant Coatings for PET, 1 – Cellulose Sulfate. *Macromolecular Bioscience*, 2011, vol., no. p. n/a-n/a.
12. TANAKA, H. and SAKAMOTO, Y. Polyelectrolyte titration using fluorescent indicator. I. Direct titration of anionic and cationic polyelectrolytes with 10–4N standard solutions. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 1993, vol. 31, no. 11, p. 2687–2691.
13. WILLFÖR, S., REHN, P., SUNDBERG, A., SUNDBERG, K., HOLMBOM, B. Recovery of water-soluble acetylgalactoglucmannans from mechanical pulp of spruce. *Tappi Journal*, 2003, vol. 2, no. 11.
14. DOLIŠKA, A., VESEL, A., KOLAR, M., STANA-KLEINSCHEK, K. and MOZETIČ, M. Interaction between model poly(ethylene terephthalate) thin films and weakly ionised oxygen plasma. *Surface and Interface Analysis*, 2011, vol., no. p. n/a-n/a.
15. TANAKA, H. and SAKAMOTO, Y. Polyelectrolyte titration using fluorescent indicator. II. Analysis of cationic starches and flocculants. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 1993, vol. 31, no. 11, p. 2693–2696.
16. FRAS, L., STANA-KLEINSCHEK, K., RIBITSCH, V., SFILIGOJ-SMOLE, M. and KREŽE, T. Quantitative determination of carboxyl groups in cellulose by complexometric titration. *Lenzinger Berichte*, 2002, vol. 81, no. p. 80–88.
17. SFILIGOJ-SMOLE, M., STANA-KLEINSCHEK, K., RIBITSCH, V., POINTNER, B., ZIPPER, P., STAKNE, K. and BELE, M. Electrokinetic properties of surface modified PETP fibres. *Materials Research Innovations*, 2002, vol. 6, no. 1, p. 19–23.

Urška Vrabič Brodnjak
Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,
Oddelek za tekstilstvo

CE Marking

Professional Paper

Received September 2011 • Accepted September 2011

Abstract

The CE marking is the main indicator of product compliance, confirming whether a product meets the essential requirements for consumer safety, health and environmental protection, as defined by the law of the European Union. The labelling of products in accordance with law protects the public interest by requiring safe products through legislative mechanisms to support and facilitate the free movement of goods within the EU. The area covered by the CE Marking is extensive and demanding.

Frequently, there is an incomprehensible explanation of the description tag, e.g. "China Export" or "China Electronics" etc. It should be noted that the marking does not reveal the origin of the product.

Keywords: CE marking, product compliance, EU law, European Economic Area

Oznaka CE

Strokovni članek

Poslano september 2011 • Sprejeto september 2011

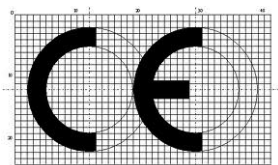
Izvleček

Oznaka CE je glavni kazalec skladnosti izdelka in potrjuje, da izdelek izpolnjuje bistvene zahteve glede varnosti potrošnikov, zdravja, varovanja okolja, kot jih določa zakonodaja Evropske unije. Z označevanjem izdelkov v skladu z zakonodajo se varuje javni interes z zahtevami po varnih izdelkih, saj se s pomočjo zakonodajnih mehanizmov podpira in omogoča prost pretok blaga znotraj EU. Poleg tega, ki ga vključuje označevanje z oznako CE, je obsežno in zahtevno. Velikokrat prihaja do nejasnih in nerazumljivih razlag opisa oznake, kot so „China Export“ (izvoz iz Kitajske) ali „China Electronics“ (kitajska elektronika) itd. Treba je vedeti, da oznaka ne razkriva izvora izdelka.

Ključne besede: oznaka CE, skladnost izdelka, zakonodaja EU, evropski gospodarski prostor

1 Splošno o oznaki CE

CE je kratica za Conformité Européenne – evropsko skladnost in obstaja že od leta 1993. Obvezna je na tistih proizvodih, za katere zakonodaja predvideva tako označevanje.



Slika 1: Oznaka CE [1]

Vodilni avtor/corresponding author:
dr. Urška Vrabič Brodnjak
tel.: +386 1 200 32 48
e-mail: urska.vrabc@ntf.uni-lj.si

Oznaka CE je glavni kazalec skladnosti izdelka z zakonodajo Evropske unije. Ker enoten evropski trg prinaša ugodnosti potrošnikom, le-ti pričakujejo varnost kupljenih proizvodov. V skladu z zakonodajo morajo proizvajalci podati izjavo, da so njihovi proizvodi varni. Prav tako morajo uvozniki preveriti, ali je proizvajalec izvedel vse ukrepe v zvezi z zakonodajo. Distributerji pa morajo znati določiti in se odločiti, kateri proizvodi so skladni in ustrezni glede varnosti.

Izdelovalec proizvoda označi izdelek z oznako CE in na lastno odgovornost izjavlja, da je proizvod skladen z vsemi zakonskimi zahtevami za pridobitev oznake ter zagotavlja njegovo ustreznost na območju celotnega Evropskega gospodarskega prostora – EGP (27 držav članic EU in držav EFTA: Islandije, Norveške, Liechtensteina) ter Turčije. Enako velja za izdelke, ki so bili narejeni zunaj EU in so namenjeni za prodajo na območju EGP in Turčije.

Oznaka CE ne navaja, da je izdelek izdelan v EGP, temveč samo obvešča, da je bil izdelek ocenjen, preden je bil dan na trg. S tem izpolnjuje zakonske zahteve za prodajo. Izdelovalec je tako potrdil skladnost izdelka z vsemi ustreznimi zahtevami (npr. varnostnimi, zdravstvenimi zahtevami) veljavne direktive ali pa je dal, če je to navedeno v direktivi, izdelek preizkusiti priglašenu organu za potrjevanje skladnosti. Velikokrat prihaja do nejasnih in nerazumljivih razlag opisa oznake, kot so „China Export“, „China Electronics“ itd. Treba je vedeti, da oznaka ne razkriva izvora proizvoda.

1.1 Pridobitev oznake za proizvod

Proizvajalci, uvozniki in distributerji so sami odgovorni za trženje varnih proizvodov, ki so skladni z zakonodajo. Zaradi kršitev in ponarejanja oznak CE so evropske države ustanovile organe za nadzor trga. Njihova naloga je varovati trg in s tem obvarovati potrošnike pred nevarnimi proizvodi. To opravljajo inšpektorji z nadzorom proizvajalcev, distributerjev in uvoznikov, s pregledi in preskušanjem ter v primeru kršitev s primernimi ukrepi. Ukrepi v primeru kršitev so odpoklic nevarnih proizvodov od potrošnikov, umik s polic, uničenje takšnega blaga in izrekanje globe. Nacionalni organi opravijo tudi medsebojno obveščanje o ukrepih, ki so bili izvedeni v skladu z nevarnimi proizvodi na trgu. Te informacije si sporočajo prek sistema, imenovanega Rapex [2]. Proizvajalci morajo zagotoviti varnost proizvodov,

to pa dosežejo z ocenjevanjem morebitnih tveganj in preskušanjem vzorcev proizvoda. Pri nekaterih proizvodih, ki pomenijo večje tveganje, kot so na primer verižne žage, kjer izdelovalci sami ne morejo preveriti varnosti, to stori neodvisna organizacija, ki jo imenuje pristojni državni organ. Šele nato lahko proizvajalec pritrdi oznako na proizvod. Na spletni strani EU so podatki o priglašeni organizaciji za potrjevanje skladnosti NANDO – *New Approach Notified and Designated Organisations* [3].

Enaindvajset Direktiv novega pristopa, ki jih je izdala Evropska unija, zahteva označevanje z oznako CE. Proizvajalci morajo poleg Direktiv novega pristopa upoštevati še Direktivo o splošni varnosti proizvodov – varnost za potrošnika in Direktivo o varnosti za proizvod – odškodninska odgovornost za proizvod z napako ali hibo.

Povezave do direktiv, zakonov in koristnih informacij, ki se nanašajo na varnost proizvodov:

- Direktiva o splošni varnosti proizvodov:
- <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:06:32001L0095:SL:PDF>
- Zakon o splošni varnosti proizvodov:
- http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r07/predpis_ZAKO3707.html
- Nevarni proizvodi v Republiki Sloveniji (Ministrstvo za gospodarstvo)
- http://www.mg.gov.si/si/delovna_podrocja/notranji_trg/sektor_za_enotni_trg_bлага/direktiva_o_splosni_varnosti_proizvodov/rapex_sistem_hitre_izmenjave_informacij/#c17060

1.1.1 Šest korakov do oznake CE

Evropska komisija, Generalni direktorat za podjetništvo in industrijo, je izdala pomoč oziroma opisuje šest korakov, kako priti do oznake CE za izdelek [3].

Prvi korak: ugotovitev, katera direktiva in usklajeni standardi veljajo za izdelek

Obstaja več kot 20 direktiv, ki določajo kategorije izdelkov, za katere je obvezna oznaka CE. Usklajeni evropski standardi so izdani s klicem na veljavne direktive in s podrobnimi strokovnimi izrazi opisujejo bistvene zahteve.

Drugi korak: Preverjanje posebnih zahtev za izdelek
Popolna skladnost izdelka z usklajenimi standardi daje izdelku „domnevo“ o skladnosti z ustreznimi bistvenimi zahtevami. Uporaba usklajenih standardov ostaja prostovoljna.

Tretji korak: *Ugotovitev potrebnih neodvisnih ocen skladnosti priglašene organa*

Vsaka direktiva za določen izdelek navaja, ali mora biti v postopek ocene skladnosti za pridobitev oznake CE vključena pooblaščen tretja stran (priglašeni organ). To ni obvezno za vse izdelke, zato je treba preveriti, ali je vključitev priglašene organa res potrebna. Priglašene organe pooblastijo nacionalni organi in so uradno priglašeni Komisiji ter navedeni v podatkovni zbirki NANDO [3].

Četrty korak: *Testiranje izdelka in preverjanje skladnosti*

Odgovornost proizvajalca je, da izdelek testira in preveri njegovo skladnost z zakonodajo EU. Praviloma je del postopka tudi ocena tveganja. Z uporabo veljavnih usklajenih evropskih standardov se lahko izpolnijo bistvene zakonske zahteve direktiv.

Peti korak: *Tehnična dokumentacija*

Proizvajalec mora izdelati tehnično dokumentacijo, ki jo zahteva direktiva za oceno skladnosti izdelka z veljavnimi zahtevami in za oceno tveganja. Skupaj z izjavo ES o skladnosti mora biti tehnična dokumentacija na zahtevo priložena ustreznim nacionalnim organom.

Šesti korak: *Potrđitev oznake CE na izdelek in izjava ES o skladnosti*

Oznako CE mora pritrditi proizvajalec ali njegov pooblaščen zastopnik v EGP ali Turčiji. Pritrditi jo je treba na izdelek ali tablico s podatki v skladu z zakonsko predpisano obliko. Če je bil v nadzor vključen priglašeni organ, mora biti prikazana tudi njegova identifikacijska številka. Proizvajalec je tisti, ki je odgovoren za sestavo in podpis „ES-izjave o skladnosti“, ki dokazuje, da izdelek ustreza zahtevam.

1.2 Proizvodi in označevanje s CE

Oznaka se namesti, preden je proizvod na trgu, in tako pomeni rezultat uspešno končanega postopka ugotavljanja skladnosti, ki ga zagotavlja proizvajalec v skladu z zakonodajo skupnosti. CE velja za vse proizvode, vse od električnih naprav, igrač, eksploziv za civilno rabo do medicinskih pripomočkov, vendar oznake ne potrebujejo vsi izdelki. Obvezna je za kategorije izdelkov, ki so predmet posamičnih direktiv, ki predpisujejo oznako.

Namestiti se mora na proizvod, etiketo ali embalažo proizvoda. Mora biti vidna, neizbrisna in čitljiva (slika 2).



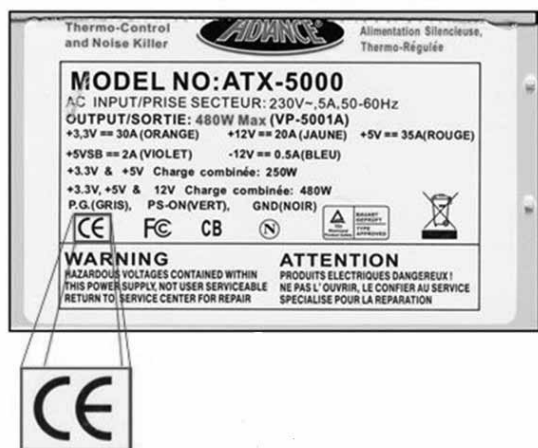
Slika 2: Primeri pravilnega označevanja izdelkov



Slika 3: Primeri ponarejenih oznak CE [4]

2 Sklep

Večina evropskih proizvajalcev, uvoznikov in distributerjev upošteva pravila, vendar morajo kljub temu biti potrošniki sami pazljivi pri nakupih. Pozorni morajo biti na priporočila o varnosti proizvodov za določeno starostno skupino, predvsem pri igračah (in drugih otroških izdelkih). Kadar nastopijo težave z varnostjo proizvoda, je treba to sporo-



Slika 4: Primer ponarejene oznake CE na izdelku [4]

čiti proizvajalcu ali trgovcu, pri katerem je bil proizvod kupljen. Hkrati je treba obvestiti javni organ, s čimer se zagotovi nadaljnje ukrepanje za zagotavljanje varnosti proizvoda.

Spletne strani o oznaki CE, skupinah proizvodov, zakonodaji in nadzoru trga:

- www.ec.europa.eu/CEmarking
- <http://e.europa.eu/enterprise/policies/single-market-goods/regulatory-policies-common-rules-for-products>
- www.anec.eu

3 Literatura

1. European Commission. *Enterprise and Industry* [online]. How to reproduce CE mark [citirano 03.10.2011]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://ec.europa.eu/enterprise/faq/ce-mark.htm>>.
2. European Commission. *Enterprise and Industry. DG Health and Consumers. Consumer Affairs. Rapex* [online]. Consumer Safety: Products and services [citirano 03.10.2011]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://ec.europa.eu/consumers/dyna/rapex>>.

3. Evropska komisija. *Oznaka CE – Brošura pdf*. [online]. CE Z oznako CE bo evropski trg vaš! Evropska komisija, podjetništvo in industrija. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://ec.europa.eu/enterprise/policies/single-market-goods/cemarking/index>>.
4. WelkangTech Consulting [online]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.ce-marking.org/what-is-ce-marking.html>>.

Predstavitev mednarodnega projekta Cornet št. 9 – AOP4WATER



- CORNET -
Research for associations of enterprises
<http://www.cornet-era.net/>

*Zmanjševanje porabe sveže vode v industriji
z recikliranjem odpadnih voda, očiščenih
z naprednimi oksidacijskimi postopki (AOP)*

Namen mednarodnega raziskovalnega projekta za industrijska združenja Cornet z naslovom „Zmanjševanje porabe sveže vode v industriji s ponovno uporabo (recikliranjem) odpadnih voda, očiščenih z naprednimi oksidacijskimi postopki (AOP)“ in akronimom AOP4WATER je zagotavljanje novih virov vode za potrebe tekstilne in papirne industrije s ponovno uporabo odpadnih voda iz papirne, tekstilne in živilske industrije ter komunalnih odpadnih voda, očiščenih s pomočjo naprednih oksidacijskih postopkov (AOP). Ključ do ponovne uporabe (recikliranja) vode je izboljšati učinkovitost čiščenja odpadnih voda s pomočjo kombinacije različnih AOP-postopkov (vključno z ultrazvokom in kavitacijo) in optimiziranega biološkega čiščenja za zagotovitev optimalne kakovosti očiščene vode ter s tem omogočiti (ponovno) uporabo očiščene vode v proizvodnem procesu. Projekt AOP4Water se je začel januarja 2011 in bo trajal do decembra 2012. V njem sodeluje sedem partnerjev iz štirih držav, med njimi tudi Slovenija.

1 Uvod

Industrijske dejavnosti so kljub zmanjšanju emisij v zadnjem desetletju še vedno glavni vir onesnaževanja okolja v večini razvitega sveta. V tekstilni industriji nastajajo med proizvodnjo in obdelavo materialov velike količine močno onesnaženih tehnoloških odpadnih voda. Največ teh voda nastane pri barvanju in površinski obdelavi tekstilij [1]. Odpadne tehnološke vode nastajajo vzdolž celotne tekstilne verige, od izdelave vlaken do končnih izdelkov [2]. Njihova količina in obremenjenost sta odvisni od uporabljenih surovin, tehnološkega postopka in uporabljene tehnološke opreme.

2 Stanje v industriji

V tekstilni, papirni in prehranski industriji podjetja zaradi konkurenčnosti vedno znova posodablja in povečujejo proizvodne zmogljivosti. Posledično se večajo količine odpadnih voda in koncentracije onesnaževal v odpadni vodi. Z večanjem onesnaženosti odpadne vode se povečuje njena kemijska potreba po kisiku (KPK), ki je glavna postavka za izračun okoljskih dajatev ter plačila čiščenja na skupni komunalni čistilni napravi. Bistveno bolj problematični pa so tisti parametri, ki jih klasična komunalna čistilna naprava ne more odstraniti. Med te problematične parametre spada tudi obarvanost. V regijah, kjer manjka pitne vode, so potrebni novi (alternativni) vodni viri, vendar je ustreznih rešitev premalo. K rešitvi omenjenega problema bi lahko vodila (ponovna) uporaba odpadnih voda v proizvodnih procesih tekstilne in papirne industrije, metalurgije, kovinskopredelovalne industrije, kemijske industrije, živilskopredelovalne industrije, kmetijske proizvodnje itd. Očiščena voda z naprednimi oksidacijskimi postopki bi lahko v veliki meri zmanjšala uporabo sveže pitne vode v proizvodnem procesu, s čimer bi se znižali tudi stroški proizvodnje.

2.1 Ugotavljanje obremenitve odpadnih voda

Količina in obremenjenost odpadnih voda se ugotavlja v okviru rednega letnega obratovalnega monitoringa [3–4] ali prek inženirskih normativov. Relativno dobro sliko o obsegu onesnaževanja okolja iz tekstilne industrije podajo nemški inženirski normativi združenja za odpadne vode „Abwassertechnische Vereinigung“ (ATV) in združenja nemških inženirjev „Verein Deutscher Ingenieure“ (VDI). Direktiva 96/61/ES o celovitem preprečevanju in nadzoru onesnaževanja okolja z dne 24. septembra 1996 (IPPC direktiva) [5] je uvedla „okoljevarstvena dovoljenja“ za industrijske obrate

in ocenjevanje tehnologije glede na njeno stanje – t. i. „najboljše razpoložljive tehnologije“ oziroma „Best Available Techniques“ (BAT). Slednje oceni vsaka država samostojno na podlagi uporabljene tehnologije postopka, načina načrtovanja, gradnje, vzdrževanja, upravljanja in razgradnje obrata. BAT pomeni tehnologijo na ravni, ki omogoča njeno uporabo v določeni industrijski panogi pod ekonomsko in tehnično izvedljivimi pogoji [1].

Splošne BAT-tehnologije čiščenja odpadnih voda iz tekstilne, papirne in živilskopredelovalne industrije so: (a) biološke čistilne naprave s predpogojem, da se odpadne vode, ki vsebujejo biološko nerazgradljive snovi, pred tem ločeno očistijo, (b) predčiščenje visoko obremenjenih odpadnih voda, ki vsebujejo biološko nerazgradljive substance [6–8], s postopki kemijske oksidacije in naprednimi oksidacijskimi postopki (AOP) – ti so dobro znani po sposobnosti oksidacije in mineralizacije skoraj vseh organskih onesnaževal [9–11].

2.2 Odpadne vode v slovenskih tekstilnih tovarnah

V večini v okviru AOP4WATER obravnavanih tekstilnih tovarn so bile ugotovljene bistveno večje emisije, kot bi jih pričakovali na podlagi inženirskih in BAT-normativov. Razlog je zastarela tehnološka oprema, ki znatno odstopa od BAT-normativov. Prisotna so bila velika nihanja pH vrednosti in drugih merjenih parametrov (KPK, BPK₅, neraztopljene snovi, obarvanost, olja itd.) [1]. Tako obremenjeno odpadno vodo običajno čistijo na skupni komunalni čistilni napravi, ki ima lahko zaradi specifičnih lastnosti take vode tudi obratovalne težave ali pa nižji učinek čiščenja. Stroške čiščenja je potrebno plačati. Stroški zaradi zmanjšanja učinka čiščenja na skupni napravi se zaenkrat še socializirajo, kar predstavlja posredno ekonomsko škodo. Odpadna voda iz tekstilne industrije ima v večini primerov tudi temperaturo, višjo od najvišje dovoljene temperature za izpust v kanalizacijo in vodo toke [4]. Z odpadnimi vodami se tako v kanalizacijo oz. okolje odvaja tudi velika količina toplotne energije, kar spet pomeni precejšnjo ekonomsko škodo. Vsi našteti stroški bi se lahko bistveno znižali, če bi odpadno vodo očistili do te mere, da bi jo lahko vračali v tehnološki proces. V Sloveniji so tekstilne tovarne večinoma priključene na javna kanalizacijska omrežja, ki se zaključijo s centralnimi čistilnimi napravami, zato se zastavlja vprašanje ekonom-

ske upravičenosti postavitve učinkovitih čistilnih naprav za predhodno čiščenje odpadnih voda [1].

3 Napredno čiščenje odpadnih voda

Napredno čiščenje odpadnih voda z ozonom (O₃) ima veliko prednosti v primerjavi z drugimi tehnologijami čiščenja odpadnih voda (membranske tehnologije ipd.). S kombinacijo ozona in biološkega čiščenja lahko zmanjšamo organsko obremenitev do 90 odstotkov, % ali še čez, brez odpadka, za katerega bi bilo potrebno posebej poskrbeti. Kakršnokoli zmanjšanje obremenitve odpadne vode pomeni manjši strošek okoljske dajatve, zato je lahko že zmanjšanje organske obremenitve za 50 odstotkov ekonomsko izplačljivo. Da bi bile prednosti naprednega čiščenja odpadnih voda z ozonom ekonomsko zanimive tudi za majhna in srednja podjetja, je nujno, da dodatno znižamo sedanje stroške čiščenja. To lahko dosežemo z uporabo različnih naprednih oksidacijskih postopkov: ozona, vodikovega peroksida (H₂O₂), UV svetlobe, ultrazvoka (US) in kavitacije.

Ustrezne tehnične aplikacije čiščenja odpadnih voda z AOP še niso dokončno razvite, predvsem zaradi previsokih stroškov implementacije AOP-tehnologij. Do zdaj je bilo predlaganih (uporabljenih) že več različnih možnosti vključevanja uporabe AOP za čiščenje odpadnih voda. Obstajata dva glavna pristopa: (a) uporaba AOP v procesu predčiščenja biološko nerazgradljivih ali strupenih odpadnih voda; ko se doseže ustrezna stopnja biorazgradljivosti, se voda naprej očisti na cenejši biološki stopnji čiščenja; ključnega pomena je skrajšati zadrževalni čas in porabo reagentov v dražji AOP fazi z uporabo optimiziranih integriranih postopkov [7–8], (b) čiščenje odpadnih voda z AOP se lahko uporablja tudi kot zaključni korak čiščenja po biološki fazi za odpadne vode, ki vsebujejo veliko biološko nerazgradljivih snovi.

3.1 Uporaba naprednega čiščenja odpadnih voda

Napredno čiščenje odpadnih voda s kombinacijo ozona in biološke faze z nizko obremenitvijo, ki sledi osnovni biološki fazi čiščenja, se že uporablja za čiščenje močno organsko obremenjenih odpadnih voda iz papirne industrije [12–14]. Metoda temelji na sposobnosti ozona, da razcepi dolge organske molekule, ki so biološko nerazgradljive, v krajše biorazgradljive organske molekule. V skladu s to metodo že uspešno poteka čiščenje odpadnih voda

v dveh papirnicah v Nemčiji in Avstriji [15–17]. Poleg povečevanja biorazgradljivosti ima ozon pozitivne učinke tudi na zniževanje organske obremenitve, na razbarvanje in na zniževanje AOX. Prednost naprednega čiščenja odpadnih voda z ozonom v primerjavi z drugimi tehnologijami čiščenja odpadnih voda (npr. membranske tehnologije) je, da pri čiščenju odpadnih voda z ozonom ne nastajajo ostanki, ki bi jih bilo treba odstranjevati ali dodatno obdelati, kar lahko vodi do večjih stroškov.

3.2 Prednosti tehnologije AOP4WATER

Prednost predlagane AOP4WATER je uporaba minimalnih količin ozona z namenom, da se končna (bio)razgradnja prepusti primerno načrtovani cenejši biološki stopnji čiščenja in tako zmanjšajo celotni stroški čiščenja odpadne vode. Kombinacija ozona z vodikovim peroksidom, UV in US bi lahko bila učinkovitejša pri čiščenju odpadnih voda zaradi sinergijskih učinkov posameznih tehnologij, cenejša od trenutno uporabljenih tehnologij [18–21] in s tem dostopnejša za širšo uporabo. Veliko pa pričakujemo tudi od novega postopka kavitacije, ki je razvojni fazi. Pri tem tehnološkem postopku razbijamo delce z velikimi strižnimi silami. Razbiti delci se potem bistveno hitreje razgradijo s kemijskim ali biokemijskim postopkom.

Glavne prednosti predlagane tehnologije so:

- zmanjšanje proizvodnje odvečnega blata iz biološke faze čiščenja,
- potencialno nevarne snovi (biološko nerazgradljive in strupene snovi) so ali razgrajene ali odstranjene iz odpadne vode,
- očiščena voda je primerna za ponovno uporabo v industriji,
- da bi preprečili akumulacijo snovi zaradi recikliranja lastnih odpadnih voda, je kot primerna rešitev predlagana uporaba očiščenih odpadnih voda iz drugih industrijskih sektorjev in očiščenih komunalnih voda namesto sveže/pitne vode, kjer je v industrijskem procesu to mogoče
- zmanjšan pritisk na sistem oskrbe s pitno vodo zaradi zmanjšane porabe sveže/pitne vode pri velikih industrijskih porabnicah vode.

4 Partnerji projekta

Pri projektu sodeluje sedem partnerjev iz štirih držav članic EU (Nemčija, Belgija, Češka in Slovenija).

Slovenski partnerji:

- Združenje za tekstilno oblačilno ter usnjarsko-predelovalno industrijo pri Gospodarski zbornici Slovenije,
 - Univerza v Ljubljani: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (Inštitut za zdravstveno hidrotehniko) in Zdravstvena fakulteta (Oddelek za sanitarno inženirstvo),
 - Inštitut za vode Republike Slovenije.
- Partnerji v projektu iz drugih držav:
- Papiertechnische Stiftung (PTS), Nemčija – koordinator projekta,
 - Centre de Recherche et de Controle agro-alimentaire, emballage, environnement, papetier et textile (Celabor), Belgija,
 - CREA Hydro & Energy o.s., Češka,
 - AQUA PROCON s.r.o. (AQP), Češka.



Udeleženci 2. srečanja partnerjev projekta AOP4Water v Piranu pred Morsko biološko postajo

dr. Aleksandra Krivograd Klemenčič

Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta

dr. Darko Drev

Inštitut za vode Republike Slovenije

prof. dr. Boris Kompare

Univerza v Ljubljani,

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Klara Jarni

Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta

Jožica Weissbacher

GZS, Združenje za tekstilno, oblačilno in usnjarsko predelovano industrijo.

5 Literatura

1. DREV, D., KRIVOGRAD KLEMENČIČ, A., PANJAN, J., KOMPARE, B. Raziskava onesnaženosti odpadnih voda v slovenski tekstilni industriji

- ter ekonomska upravičenost njihovega učinkovitega čiščenja. *Organizacija*, 2012, v tisku.
2. *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry*. European Commission, July 2003.
 3. Pravilnika o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod ter o pogojih za njegovo izvajanje. *Uradni list RS*, št. 54/2011.
 4. Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz naprav za proizvodnjo, predelavo in obdelavo tekstilnih vlaken. *Uradni list RS*, št. 7/2007.
 5. Direktiva Sveta 96/61/ES z dne 24. septembra 1996 o celovitem preprečevanju in nadzorovanju onesnaževanja.
 6. European Commission: *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry*, December 2001.
 7. European Commission: *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry*, July 2003.
 8. European Commission: *Integrated Pollution and Control reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries*, August 2006.
 9. GOGATE, P. R., PANDIT, A. B. A review of imperative technologies for wastewater treatment I: oxidation technologies at ambient conditions. *Advances in Environmental Research*, 2004a, vol. 8 (3-4), p. 501–551.
 10. GOGATE, P. R., PANDIT, A. B. A review of imperative technologies for wastewater treatment II: hybrid methods. *Advances in Environmental Research*, 2004b, vol. 8 (3-4), p. 553–597.
 11. LEGRINI, O., OLIVEROS, E., BRAUN, A.M. Photochemical processes for water treatment. *Chem. Rev.*, 1993, vol. 93, p. 671–698.
 12. ÖLLER, H.-J., BIERBAUM, S. *Erhöhung der Wirtschaftlichkeit oxidativer Verfahrensstufen zur Qualitätsverbesserung von Abwässern der Papierindustrie*. (München: Papiertechnische Stiftung (PTS), PTS-Forschungsbericht 20/01).
 13. KAINDL, N., TILLMANN, U., MÖBIUS, C. H. Enhancement of capacity and efficiency of a biological waste water treatment plant – Laboratory test and pilot trials for the integration of a moving bed biofilm process and an ozone treatment into the biological waste water treatment plant of SCA Graphic Laakirchen AG, Austria. *6th IAWQ Symposium on Forest Industry Wastewaters*, June 6–10 1999, FIN-Tampere; Symposium Pre-Prints, p. 279–286.
 14. BIERBAUM, S. *Einsatz der Ozontechnologie zur weitergehenden Reinigung von Abwässern aus Produktionen ohne Altpapiereinsatz*, 2010 http://www.ptspaper.de/fileadmin/PTS/Dokumente/Forschung/Forschungsprojekte/AiF_15372.pdf (access 03/16/2010).
 15. SCHMIDT, T., LANGE, S. Treatment of paper mill effluents by the use of ozone and biological systems: large scale application at Lang Papier, Ettringen (Germany). *TAPPI 2000 Environmental Conference & Trade Fair*, Denver, May 6–10, 2000.
 16. SCHMIDT, T., DEMEL, I., LANGE S. Weitergehende Abwasserreinigung von Papierfabriksabwässern mit Ozon: Konzeption und erste Erfahrungen, *IPW - Das Papier*, 2001, vol. 54 (2), p. 45–49.
 17. KAINDL, N., WATZKARSCH, H., LIECHTI, P.A. Planung und Errichtung einer weitergehenden Abwasserreinigung mittels Ozonung und nachfolgender Biofiltration bei SCA Graphic Laakirchen AG, Betrieb biologischer Abwasserreinigungsanlagen – Schwerpunkt Anaerobtechnik in der Papierindustrie F. Schmid, I. Demel (Hrsg.), München: (PTS), 2004, PTS-Manuskript: PTS-MS 419.
 18. MINGCAN, C., YOUNGYOU, S., MYUNGHEE, L., JEEHYEONG, K.: Enhancement in mineralisation of a number of natural refractory organic compounds by ultrasonic in conjunction with ozonation (US/O₃), *IWA AOP5-Conference Berlin*, PC 185, 2009.
 19. RIED, A., MIELCKE, J., KAMPMANN, M. The right Treatment Step Ozone and Ozone/H₂O₂ for the Degradation of Non-biodegradable COD, *International conference Ozone and UV*, Berlin, April 3, 2006.
 20. ZHOU, H., SMITH, D.W. Advanced technologies in water and wastewater treatment, *Journal of Environmental Engineering and Science*, 2002, vol. 1, p. 247–264.
 21. VAN AKEN, P., LAMBERT, N., LUYTEN, J., LIERS, S. Enhancement of the water reuse by the application of AOP's on an industrial laundry wastewater, *IWA AOP5-Conference Berlin*, PC 222, 2009.



SURFUNCCELL – Površinska funkcio- nalizacija celuloznih matric z nanodelci, ki so oplaščeni s celulozo

Vrsta projekta (raziskovalni instrument): Large Scale Collaborative Project

Številka projekta: No. 214653

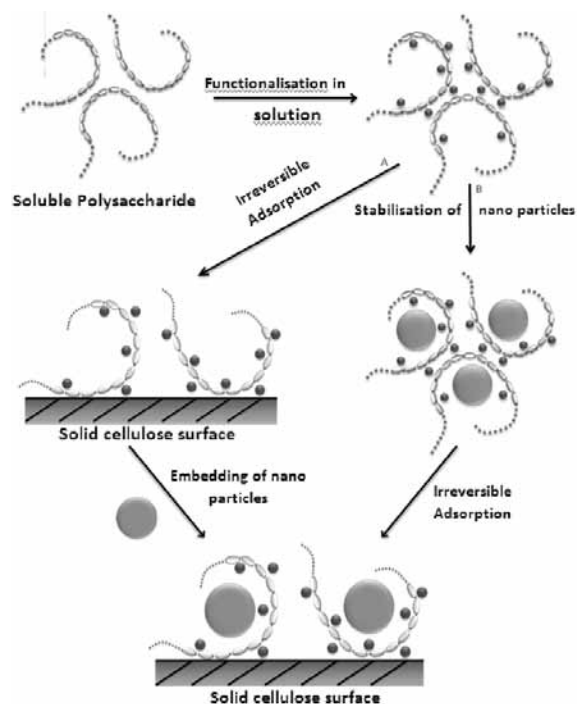
SURFUNCCELL – Surface functionalization of cellulose matrices using cellulose embedded nano-particles: <http://www.surfuncell.eu/>

Predstavitev

Štiriletni projekt SURFUNCCELL poteka v sklopu 7. okvirnega programa EU (EC FP7) s proračunom osem milijonov evrov. Šest industrijskih in sedem akademskih partnerjev je decembra 2008 začelo razvijati nove načine modifikacije celuloznih materialov s pomočjo derivatov polisaharidov in širokim naborom funkcionalnih nanodelcev. Projekt koordinira prof. dr. Volker Ribitsch z Univerze v Gradcu, med partnerji pa je veliko aktivnih članov Evropske mreže odličnosti za polisaharide (EPNOE). Svoje znanje k uspešnemu razvoju projekta prispevajo naslednje akademske ustanove: Univerza v Mariboru (raziskovalci Inštituta za inženirske materiale in oblikovanje na Fakulteti za strojništvo), Univerza v Gradcu, Armines (Francija), Univerza v Jeni (Nemčija) in Univerza v Utrechtu (Nizozemska). Industrijski partnerji so CHT (Nemčija), Predilnica Litija, Mondi (Avstrija), Innovia (Velika Britanija), NanoMeps (Francija), Penta X-Flow (Nizozemska) in TITK (Nemčija).

Znanstveni in tehnološki cilji

Namen projekta je razvoj funkcionalnih površinskih modifikacij z uporabo raztopin polisaharidov in nanodelcev, kar bo pripeljalo do štirih različnih izdelkov na področju lesne pulpe in papirja, celuloznih prej, celuloznih filmov in membran. Koncept projekta temelji na površinski modifikaciji materialov. Prednosti takšnega pristopa so prikazane na sliki 1.



Slika 1: Shematski prikaz nanomodifikacije celuloznih materialov

Končni rezultat projekta bo kompozitni izdelek, zasnovan na strukturirani površini celuloznih materialov z različnimi nanodelci. Tako se mehanske lastnosti ne poslabšajo, obenem pa zagotovimo prisotnost delcev tam, kjer je najpomembnejše – na površini. Delci niso kovalentno vezani na površino materiala. Postopek modifikacije površine izvajamo z adsorpcijo in fiksiranjem funkcionalnih/funkcionaliziranih delcev v stabilnih disperzijah, pri čemer pa za izvedbo postopka niso potrebne velike spremembe v ustaljenih industrijskih procesih.

Glavni dosežki projekta so:

- štirje različni demonstratorji oz. prototipi izdelkov,
- novi materiali z dodano vrednostjo, ki temeljijo na obnovljivih virih, kot so celuloza in njeni deri-

- vati v kombinaciji z nanodelci,
- kooperativni proces prenosa znanja v industrijsko prakso ter posledično v produkte,
 - prispevek k boljšemu razumevanju interakcij med trdnimi celuloznimi površinami ter kovinskimi, oksidnimi in polimernimi nanodelci.

Karin Stana Kleinschek,

*Inštitut za inženirske materiale in oblikovanje
na Fakulteti za strojništvo UNI Maribor*

Poslovanje tekstilne, oblačilne in usnjarskopredelovalne industrije v prvem polletju 2011

Letos slovenska industrijska proizvodnja doživlja nadaljevanje pozitivnega trenda rasti iz leta 2010, saj se je vrednost industrijske proizvodnje v prvem polletju 2011 v primerjavi z enakim obdobjem leta 2010 v vseh predelovalnih dejavnostih povečala za 7,5 odstotka. V tekstilni, oblačilni in usnjarskopredelovalni industriji so precejšnje razlike med dejavnostmi. Najvišja, to je skoraj 30-odstotna rast proizvodnje, je bila dosežena v proizvodnji usnja in usnjenih izdelkov. Vrednost proizvodnje v obeh tekstilnih dejavnostih pa je le minimalno zaostajala za primerljivim lanskim obdobjem: v proizvodnji tekstilij 0,9 odstotka in v proizvodnji oblačil 1,2 odstotka, in se postopno približuje ravni iz leta 2010. Seveda pa je vrednost proizvodnje v tekstilni in

oblačilni industriji na občutno nižji ravni kot pred krizo: proizvodnja tekstilij je v juniju 2011 dosegla 40 odstotkov proizvodnje iz leta 2005 in proizvodnja oblačil 50 odstotkov, precej boljša pa je slika v proizvodnji usnja in usnjenih izdelkov, kjer je letošnja proizvodnja le 10 odstotkov manjša kot leta 2005.

Junija 2011 je bilo po podatkih SURS v tekstilni, oblačilni in usnjarskopredelovalni industriji zaposlenih skoraj 13.000 delavcev. Zaradi stečaja Preventovih družb se je najbolj zmanjšalo število zaposlenih v proizvodnji tekstilij, ki zaposluje 4000 delavcev. V proizvodnji oblačil se je junija 2011 v primerjavi z enakim mesecem leta 2010 število zaposlenih zmanjšalo za tri odstotke, tako da ima ta dejavnost zaposlenih nekaj več kot 5000 delavcev. Le proizvajalci usnja in usnjenih izdelkov so število zaposlenih povečali za več kot 10 odstotkov, junija letos je bilo v tej dejavnosti zaposlenih 3700 delavcev.

Nova naročila so v naših dejavnostih v letošnjem prvem polletju naraščala bolj kot v povprečju predelovalnih dejavnosti. V proizvodnji tekstilij so bila 10 odstotkov večja kot v enakem obdobju lani in v proizvodnji oblačil sedem odstotkov večja. Predvsem je rast novih naročil posledica povečanja novih naročil na tujih trgih. Še vedno pa so močno zaostajala nova naročila na domačem trgu, zlasti v oblačilni dejavnosti, kjer so bila za četrtnino manjša kot v prvem polletju 2010.

Podobno kot leta 2010 je bil izvoz tudi v letošnjem prvem polletju glavno gibalno obstoja in razvoja TOUPI. Najbolj so povečali izvoz izdelovalci tekstilij, in sicer za 37 odstotkov, izvoz usnja in usnjenih izdelkov je bil večji za 17 odstotkov, izvoz oblačil pa le za štiri odstotke.

Ob 1,7-odstotni inflaciji v letošnjem prvem polletju so se cene industrijskih izdelkov v povprečju predelovalnih dejavnosti zvišale za 5,5 odstotka. V tekstilni, oblačilni in usnjarskopredelovalni industriji so dosegli nadpovprečno rast cen izdelovalci tekstilij in usnja ter usnjenih izdelkov, prvi 11-odstotno in drugi 6,1-odstotno, v obeh dejavnostih na račun rasti izvoznih cen. Na domačem trgu proizvajalci niso dvigovali cen, z izjemo tekstilij za 5,7 odstotka, kar je posledica velike rasti cen bombaža in tudi volne. Izdelovalci oblačil so tako doma kot v tujini obdržali cene na enaki ravni kot v prvem polletju lani.

Podatki Euratexa o položaju v tekstilni in oblačilni industriji EU27 pa kažejo upočasnitev v okreva-

tekstilec

je v polnem besedilu dostopen preko

Digitalne knjižnice Slovenije

<http://www.dLib.si>

pod rubriko

„znanstveno časopisje“.

nju proizvodnje, najslabše je bilo v juniju 2011. Zato je bila proizvodnja v prvem polletju za tri odstotke manjša kot v enakem obdobju leta 2010, in sicer to velja za proizvodnjo sintetičnih vlaken in proizvodnjo oblačil, proizvodnja tekstilij pa se je povečala za en odstotek.

Nasprotno proizvodnji se je v drugem četrtletju 2011 izboljšal indeks prodaje tekstilij, oblačil in obutve na drobno, kar je vodilo k 1,4-odstotnemu povečanju prodaje navedenih proizvodov na drobno v prvem polletju 2011.

Po velikem zmanjšanju števila delovnih mest zaradi finančne in gospodarske krize tudi gibanje števila zaposlenih v tekstilni in oblačilni industriji EU27 kaže znake okrevanja, in sicer z upočasnjnim zmanjševanjem števila delavcev (–1,6 odstotka v proizvodnji tekstilij in –2,3 odstotka v oblačilnem sektorju).

Še naprej se povečujejo nova naročila. Kljub nekoliko slabši sliki v proizvodnji tekstilij v drugem četrtletju 2011 so bila v primerjavi z enakim obdobjem leta 2010 nova naročila v prvem polletju 2011 v proizvodnji tekstilij večja za 7,5 odstotka, v proizvodnji oblačil pa za 8,7 odstotka.

Jožica Weissbacher
samostojna svetovalka, GZS

CORNET: Mednarodni projekt o čiščenju odpadnih voda iz tekstilne industrije

Združenje za tekstilno, oblačilno in usnjarskopredelovalno industrijo pri Gospodarski zbornici Slovenije je vključeno v mednarodni raziskovalni projekt za industrijska združenja CORNET z naslovom „Zmanjševanje porabe sveže vode v industriji s ponovno uporabo (recikliranjem) odpadnih voda, očiščenih z naprednimi oksidacijskimi postopki (AOP)/ *Reducing fresh water consumption in high water volume consuming industries by recycling AOP-treated*

effluents“ (akronim AOP4Water). Ta projekt, ki ga je prijavilo združenje, je bil od 13 ustreznih prijav na mednarodni ravni ocenjen kot drugi najboljši in že teče od letošnjega januarja, trajal pa bo konca decembra 2012. Slovenska partnerja v projektu sta še Univerza v Ljubljani – Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo – Inštitut za zdravstveno hidrotehniko in Inštitut za vode RS. Tuji partnerji so iz Nemčije, Češke in Belgije. Nemški partnerji v projektu se ukvarjajo predvsem z raziskavo voda za papirno industrijo, češki partnerji pa z raziskavo komunalnih voda in živilskopredelovalno industrijo. V Sloveniji je težišče raziskav na tekstilni industriji in komunalnih odpadnih vodah in v Belgiji na tekstilni industriji. Glavni koordinator projekta je papirni inštitut PTS iz Nemčije.

Naš del projekta, v okviru katerega se analiza izvaja na odpadnih vodah slovenskih tekstilnih podjetij, 65-odstotno sofinancira Ministrstvo za šolstvo, znanost in tehnologijo.

Cilj projekta AOP4WATER je zagotavljanje novih virov vode za potrebe industrije z veliko porabo vode (npr. tekstilna in papirna industrija) s ponovno uporabo (recikliranjem) očiščenih odpadnih voda iz papirne in tekstilne industrije ter očiščenih komunalnih odpadnih voda v proizvodnem procesu. Ključ do ponovne uporabe vode je izboljšana učinkovitost čiščenja odpadnih voda s pomočjo naprednih oksidacijskih postopkov (AOP) in optimiziranega biološkega čiščenja za zagotovitev optimalne kakovosti očiščene vode ter s tem omogočiti ponovno uporabo očiščene vode v proizvodnem procesu.

Na prvi predstavitveni delavnici v okviru tega raziskovalnega projekta, ki je letos potekala v prostorih GZS, so izvajalci projekta predstavnikom iz industrije med drugim posredovali informacije o poteku projekta in prve ugotovitve oz. rezultate poskusov, spregovorili o tehnoloških odpadnih vodah iz tekstilne in usnjarskopredelovalne industrije ter živilskopredelovalne industrije, jih seznanili s predpisi s področja odvajanja in čiščenja tehnoloških odpadnih voda z vidika nacionalne zakonodaje in direktiv EU ter predstavili nekatere nove tehnološke postopke predhodnega čiščenja tehnoloških odpadnih voda z vidika aktualnih problemov v Sloveniji (dr. Aleksandra Krivograd, Zdravstvena fakulteta, doc. dr. Darko Drev, Inštitut za vode in prof. dr. Boris Kompare, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo). Delavnico je povezovala Jožica Weissbacher z GZS,

ki je med drugim predstavila osnovne podatke o projektu.

Projekt AOP4WATER, namenjen industrijskim dejavnostim, ki so veliki porabniki vode, naj bi bil posebej zanimiv za mala in srednja podjetja. Ker je čiščenje odpadnih voda po postopku z ozonom kot ena naprednih tehnologij zelo drago, so slovenski raziskovalci prišli na idejo, da bi to metodo ozoniranja kombinirali z drugimi, cenejšimi metodami (npr. peroksidom, UV, kavitacijo itd.). S takim načinom bi lahko odpadne vode očistili do te mere, da bi voda postala vsaj deloma razgradljiva in bi jo lahko vračali v proizvodni proces. Trenutno se poskusi izvajajo na odpadni vodi iz Tovarne nogavic Polzela (v fazi barvanja). Na delavnici je bila predstavljena tudi pilotna naprava, na kateri potekajo poskusi čiščenja odpadne vode z naprednimi oksidacijskimi postopki. (predavateljica dr. Aleksandra Krivograd)

V tekstilnih odpadnih vodah so zelo prisotne maščobe, ki jih je treba odstraniti s posebno metodo. Če je predelovalna industrija tehnološko dobro razvita, potem seveda ni neželenih odpadkov, so lahko samo sekundarne surovine, ki jih je mogoče uporabiti v proizvodnem procesu. Dr. Darko Drev je spregovoril o problematiki tehnoloških odpadnih voda iz tekstilne in usnjarskopredelovalne industrije ter iz živilskopredelovalne industrije ter prisotnim predstavil „najboljše razpoložljive tehnologije (BAT)“ za zgoraj omenjeni industriji. Poudaril je, da so napredni oksidacijski postopki čiščenja (AOP) primerni ne samo za tekstilno, ampak tudi za druge vrste industrij.

Po odmoru, v katerem so navzoči izmenjali svoje izkušnje in probleme na področju čiščenja proizvodnih voda, je prof. dr. Boris Kompare predstavil Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo ter njeno vlogo pri projektu AOP4WATER. Osrednji del njegovega predavanja je bil namenjen predstavitvi novih tehnoloških postopkov predhodnega čiščenja tehnoloških odpadnih voda.

V zadnjem predavanju je doc. dr. Darko Drev predstavil zakonodajo EU in Slovenije, ki ureja področja odvajanja in čiščenja tehnoloških odpadnih voda. Predstavil je direktive EU in slovenske uredbe. Spomnil je, da bi morali v skladu z novo direktivo do leta 2015 rešiti vse zadeve glede čiščenja odpadnih voda – tako komunalnih kot tudi industrijskih. Pri dosedanjem spremljanju in nadzorovanju določenih parametrov odpadnih voda iz posameznih pod-

jetij je namreč prihajalo do velikega neskladja: po navadi niso merili tistih parametrov, ki so najbolj obremenilni oz. problematični za vodo. Ravno te snovi, ki jih ne merijo, pa so potem prisotne v vodotokih, zraku ...

Po krajši razpravi so nosilci projekta predlagali predstavnikom podjetij, naj morebitna druga strokovna vprašanja naslovijo neposredno na raziskovalne partnerje v projektu. Podjetja naj predlagajo vsebine, ki bi jih obravnavali na prihodnjih delavnicah v okviru projekta AOP4WATER.

Povzela:
Anica Levin

Zavod IRCUO: Natečaj TOP 5 naj inovativnih izdelkov

Letos že tretjič po vrsti je *Industrijsko-razvojni center usnjarske in obutvene industrije (IRCUO)* iz Žirov organiziral natečaj TOP 5 v sodelovanju s sekcijo predelovalcev kože in sekcijo tekstilcev pri Obrtni zbornici Slovenije. Namen natečaja je spodbujati in promovirati tudi razvoj ter inovativne dosežke in izdelke malih podjetij in samostojnih podjetnikov *tekstilne, oblačilne in usnjarskopredelovalne stroke* v okviru Obrtne zbornice. Kot ugotavlja organizator Matej Peternelj, direktor zavoda IRCUO, je taka prireditev koristna in potrebna, saj se vsako leto na natečaj prijavi več podjetnikov. Tako so na letošnji natečaj prejeli v ocenjevanje 36 inovativnih izdelkov iz 21 podjetij v naslednjih kategorijah: obutev, galanterijski izdelki, oblačila in drugi tekstilni izdelki, preja ter sedežne garniture in drugo tapetništvo. V razvoj vseh teh izdelkov je bilo vloženega veliko truda, domišljije in znanja, zato je imela komisija težko delo pri izbiri najboljših.

Izvedbo natečaja v okviru razpisa INO-11 sofinancira Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo v sodelovanju z Javno agencijo za tehnološki razvoj TIA.

Slovesna podelitev priznanj za naj inovativne izdel-

ke je bila septembra 2011 v prostorih revije Obrtnik v Ljubljani.

V posameznih kategorijah so *zmagala naslednja podjetja*:

- Podjetje Kalipso Križe v kategoriji obutev z rešitvijo nogavica in obutev v enem izdelku; le-ta je zelo zanimiv odraz razmišljanja o potrebah starajočega se prebivalstva, tako glede uporabnih funkcij kot glede prihranka pri stroških, saj inovacija združuje dva izdelka v enem.
- Mojca Kropec, s. p., v kategoriji galanterijski izdelki z izdelkom ekookrasni obroč, ki je lep dokaz, kako se inovativnost izrazi z upoštevanjem potreb okolja. Okrasni obroč je namreč narejen iz materialov, ki nastanejo kot odpadki pri izdelavi oblačil.
- In dekor Branka Urbanija, s. p., v kategoriji oblačila in drugi tekstilni izdelki z izdelkom predelne paneli oziroma paravani podjetja so zanimiv primer, kako lahko z uporabo tekstilnih izdelkov prostoru vdihnemo nove dimenzije in strukture brez drage in zamudne gradnje togih predelnih sten. Dodatna prednost ureditve interjerja s predelnimi paneli je, da si jih lahko uporabnik poljubno sestavlja sam po barvi in obliki, zato je vsaka rešitev unikat.
- Beitulai Boštjan Anžič, s. p., v kategoriji sedežne garniture in drugo tapetništvo z izdelkom večfunkcijski zložitveni stol, ljubezenski stol. Izdelek je za slovenske razmere popolna novost in izstopa že s samim imenom – ljubezenski stol. Nprava je tehnično dovršena s široko možnostjo različnih nastavitev. Izdelek ima poleg tega vzpostavljeno specializirano promocijsko spletno stran www.sextool.si.
- Poleg zmagovalcev je na natečaju sodelovalo tudi veliko drugih inovativnih izdelkov, ki so prejeli *posebno priznanje za inovativnost*:
- Čevljar Uroš Markovič, s. p., je prijavil dva modela obutve, in sicer natikač, ki ima podplat prilagojen za udobno vožnjo avtomobila, ter model srednjeveške obutve.
- Usnjeni izdelki Pavli: dva modela ženske torbice, ki ju odlikujejo sodoben dizajn, kakovostna izdelava ter praktični predali za pregledno ureditev osebnih predmetov.
- Šiviljstvo Koželj, Jožica Koželj, s. p., je na natečaju nastopilo z unikatno zapestnico in kombinезonom s kapuco in topom. Izdelek vsebuje lahek in zračen material v večno modni črni barvi.

- Mojca Goltes s posebnimi modeli denarnice in torbice ter unikatnih obeskov, ki ju odlikuje unikatna strukturirana površina usnja, rezultat lastnega postopka površinske obdelave.
- Modno šiviljstvo Meta Markelj z dvema izdelkoma, ki ju povezuje uporaba tradicionalne čipke iz Selške doline, in sicer ovitek za mobilni telefon in torbica.
- Podjetje Nom33 – Maja Bertok, s. p., s pristrčnimi oblekicami za mobilni telefon in jo jo prilagodljivo torbico, ki jo je mogoče uporabljati tudi kot kapuco.
- Podjetje TIM ART za promocijsko maskoto Škrat Kranjček in mini maskoto Vesoljček, ki je lahko pristrčno darilo za otroke ali mini promocijska maskota za določen izdelek.
- Podjetje Elite Verticals je na natečaju tekmovalo s posebnim modelom lamelnih zaves, za katere so sami projektirali stroj za njihovo izdelavo.
- Podjetje Mili z inovativnimi nogavicami iz bambusove preje. Nežen oprijem brez elastike in ploski šiv na prstih zagotavljata odlično počutje, nogavice ne omejujejo prekrvitve nog ter se lepo prilagajajo stopalom.
- Krojaštvo Nani, Brumec Boštjan, s. p., izdeluje inovativne zaščitne telovnike za motoriste, ki jih odlikuje posebna struktura zaščitnih kovinskih čepkov. Izdelek je že preizkušen v praksi.
- Podjetnica Pavlina Kralj, s. p., je pomislila na varnost živali v prometu in je zato razvila inovativno odsevno ovratnico in rutico za psa.
- Podjetje Bodiviva, Vlasta Špringer, s. p., je na natečaj prijavila zimski plašč Vodomec. Izdelek je iz serije unikatnih plaščev (več jih najdete na spletni strani www.bodiviva.si), v katerem sta združeni dve tehniki izdelave – šivanje po meri ter še starejša tehnika filcanja oziroma polstenja.
- V Studiu Mode – Helena Štor, s. p., je bil razvit in izdelan večnamenski plašč za poslovne ženske. Posebnost izdelka sta univerzalen dizajn in kraj, tako da je izdelek mogoče kombinirati s poljubnim spodnjim delom.
- Podjetje Entasis – Matej Mirt, s. p., je zasnovalo inovativno oblikovano volneno preprogo Ela Shakkei.
- Šiviljstvo Unikat, Stanislava Jurgelj, s. p., je na natečaju kandidiralo s posebnim korzetom. Izdelek je unikat.
- Večerna obleka s kristali Rogaška Maje Ferme je prejela že kar nekaj priznanj za kakovost in inovativnost. Obleka je zmagala kot najbolj-

ša kreacija revije Elle in je bila predstavljena na svetovnem izboru za mis sveta na Kitajskem. Oblikovalka Maja Ferme jo je predstavila tudi na samostojni modni reviji v New Yorku na temo Slovenije in njenih naravnih lepote ter bogastva voda. Poleg konstrukcijske kakovosti in posebne tehnike poslikave na svili se obleka ponaša tudi z ročno brušenimi kristali Rogaška, ki jih je avtorica v sodelovanju s tem slovenskim podjetjem prvič vkomponirala v oblačila in v nakit.

- Pletenine Špenko so predstavile pleten plašč in tuniko Samanta. Pleteni plašč odlikujejo izdelava po najnovejših modnih smernicah, uporaba najkakovostnejših materialov in tehnologija, tunika Samanta pa je izdelana po posebni metodi mešanja barv, pri čemer nastane poseben melanž efekt. Oba izdelka nosita tudi znak SQ – slovenska kakovost.
- Branka Urbanija, s. p., je poleg zmagovalnih panelov v natečaj prijavila tudi zanimiv dvosed, zofo v obliki ledvičke.

Industrijsko-razvojni center usnjarske in obutvene industrije bo za vse sodelujoče na natečaju pripravil poseben promocijski katalog, ki bo omogočil predstavitev inovativnih rešitev širši javnosti.

Povzela:
Anica Levin

Koledar prireditvev

januar – maj 2012

Januar

11.–14. Heimtextil • Messe Frankfurt Nemčija • Informacije na spletni strani: www.heimtextil.de; www.heimtextil.messefrankfurt.com

14.–17. Domotex, Hannover • Nemčija

Mednarodni sejem vseh vrst talnih oblog. • Informacije: www.domotex.de

17.–22. Berlin Fashion Week • Berlin, Nemčija • Informacije: <http://www.fashion-week-berlin.com>

18.–20. 1st Ethical Fashion Show • Berlin, Nemčija.

Sejem v organizaciji Frankfurtskega sejma bo prvič doslej potekal kot samostojni sejem v času Tedna mode v Berlinu. Na sejmu bodo med drugim prikazane vse kakovostne t. i. "zele- ne" oz. ekološke blagovne znamke oblačil. • Informacije: <http://www.ethicalfashionshow.com>, www.messefrankfurt.com

18.–22. Outdoor Retailer Winter Market • Salt Palace Convention Center, Salt Lake City, ZDA

Maloprodajni trgovski sejem za zimska oblačila. • Informacije: www.outdoorretailer.com; e-pošta: marisa.nicholson@nielsen.com

29.–1. februarja ISPO • München, novo sejmišče trgovskega centra. Vodilni sejem športnih oblačil in opreme. • Informacije: www.ispo.com; e-pošta: info@ispo.com

Februar

2.–4. TV TecStyle Visions • na novem sejmišču v Stuttgartu

Poslovni sejem za vse vrste tekstilnega tiska, vezilstva, našivanja in drugih tekstilnih dekoracij • Informacije:

info@messe-stuttgart.de; www.tecstyle-visions.com.

3. februar Konferenca ESMA Sportswear & Fashion T-Shirt Printing Conference • ICS Mednarodni kongresni center Stuttgart

Konferenca bo v času mednarodnega tekstilnega sejma TV TecStyle Visions 2012; vsebina predavanj pa bo usmerjena na modno proizvodnjo, športna in promocijska oblačila, s poudarkom na digitalni tehnologiji in tehnologiji sitotiska.

Organizatorja sta ESMA – Združenje evropskih specializiranih tekstilnih tiskarjev in ICS International Congresscenter Stuttgart, Germany • Informacije: [Peter.Buttiens](mailto:Peter.Buttiens@esma.com),

e-pošta: pb@esma.com; spletna stran: www.esma.com; <http://www.textile-printing.org>.

21.–24. Fespa Digital in Fespa Fabric • Barcelona Španija • Vzpostavljena sejmna oprema in tiskarske tehnologije (sitotisk, digitalni), vzporedno pa bo specializirana razstava tiskarske tehnologije za tekstil in oblačila (sublimacijski, sitotisk, termo- in digitalni tisk) • Informacije: www.fespadigital.com; www.fespa.com/fabric/; e-pošta: info@fespa.com

23.–25. Ispo China • Beijing, Kitajska • Informacije:

www.ispochina.com; e-pošta: groeber@ispo.com

Marec

5.–7. USETEC • mednarodni sejem rabljene tehnologije za vse panoge, Köln, Nemčija • Informacije: www.usetec.com

12.–14. Techtextil Russia, Moskva, Rusija • Na sejmu, ki ga vsako drugo leto organizira Frankfurtski sejem, bodo predstavljeni novi materiali, tehnologije in področja uporabe tehničnih in netkanih tekstilij ter zaščitnih oblačil. • Informacije: www.techtextil.messefrankfurt.ru in www.techtextil.com

12.–14. High-Tex from Germany, Moskva, Rusija • Vzpostavljena sejmna oprema in tiskarske tehnologije (sitotisk, digitalni), vzporedno s sejmom Techtextil bo na razstavišču v Moskvi potekala specializirana razstava, kjer se bodo predstavila nemška podjetja s področja tehničnih in netkanih tekstilij, tudi nekaj proizvajalcev tekstilne opreme in strojev ter nemški raziskovalni inštituti. Raziskovalni inštituti bodo imeli tudi enodnevni znanstveni simpozij kot del prireditve 'High-tex from Germany' • Informacije: www.high-tex-from-germany.de

14.–15. Konferenca: 13th Chemnitzer Textiltechnik–Tagung

• Chemnitz of University of Technology, Nemčija • Informacije: www.chemtextiles.de; e-pošta: verein@atex.de; viu@viu.net.de.

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

• Informacije: www.baumwollboerse.de

April

21.–24. **Hightex** • sejem tehničnih in netkanih tekstilij, Istanbul, Turčija • Informacije: <http://www.hightex2012.com>

17.–18. **Workwear and Corporate Clothing Show** • Ricoh Arena, Coventry, England, UK • Razstava s spremljajočo modno revijo in konferenco v organizaciji podjetja Corporate Clothes Show LLP je namenjena celotni reproverigi v proizvodnji, oblikovanju in trženju delovnih in korporacijskih oblačil. • Informacije: e-pošta: info@workwearshow.co.uk;

spletna stran: www.workwearshow.co.uk

17.–19. **Smart Fabrics** • konferenca v Conrad Miami Hotel, Miami, Florida, ZDA • Na mednarodni konferenci bodo spregovorili o področjih uporabe, tehnološkem razvoju in perspektivah industrije pametnih tkanin • Informacije: e-pošta: rebecca.kotsimpulos@pira-international.com

<http://www.smartfabricsconference.com>

Maj

5.–9. **Texcare International** • Frankfurt am Main, Nemčija • Razstava opreme in sodobne tehnologije za industrijske pralnice in kemične čistilnice ter ostalih storitev

• Informacije: <http://texcare.messefrankfurt.com>;

e-pošta: susanne.brendle@messefrankfurt.com

Anica Levin

Etnokolekcija „Belo“

Bela nostalgija

Belina oblačil iz ročno tkanih naravnih materialov slovenske zakladnice je prevzela oblikovalko in predavateljico na Visoki šoli za dizajn doc. *Sonjo Šterman*, ustvarjalko kolekcije oblačil, ki v nas zbujajo nostalgijo. S pomočjo *Etnografskega muzeja v Ljubljani* je raziskala zakladnico bogate slovenske zapuščine in poustvarila tiste detajle, ki danes v novi kolekciji zaživijo kot sodobna oblačila.

Belina kreacij in uporabljeni materiali simbolizirajo „bele noše“, kot so panonski tip ljudskih noš poimenovali v Beli krajini, pa tudi v Prekmurju in vzhodnem delu Štajerske. Uporaba ročno tkanega platna





iz naravnih in nebarvanih materialov velja danes za vrednoto; domala do sredine 19. stoletja pa je bil ta material vsakdanja in tudi praznična izbira večinskega prebivalstva v Sloveniji.

Ročno tkani bombaž in lan ponujata velik ustvarjalni prostor. Izkoriščen je dobesedno v vsej svoji širini; izkoriščen je vsak „živi“ rob, ki so ga na starih ročnih statvah stkale spretno roke. Modeli so nastali s kombinacijo ročno in strojno izdelanih šivov. Zunanji robovi so ročno izdelani, poudarjeni z različnimi šivi, ki so nekoč krasili robove oblačil. Bogastvo vezenja naših prababic je uporabljeno kot detajl na posameznih delih oblačil, ki v sodobnem vzorcu združujejo staro in novo, preteklost in prihodnost.

Za gubanje so značilne položene in prešite gube ter urejeno nabrano in s spodnje strani utrjeno gubanje, ki ga je bilo v preteklosti mogoče videti na „rokavcih“ pri platnenih srajcah iz 19. stoletja in z začetka 20. stoletja. Na novih kreacijah detajli rokavcev zaživijo kot robovi oblek in izrezov, ki tvorijo elegantno strukturirano površino.

Krašenje s klekljano čipko, značilno predvsem za Idrijo, je pomemben del slovenske tradicije. V izročilu je klekljana čipka uporabljena kot del ambientalne in oblačilne kulture, čedalje pogostejše pa čipka doživlja razcvet tudi na oblačilih. Na kreacijah Sonje Šterman je uporabljena kot nakit ali kot obroba oblačil in tvori nežen prehod med oblačili in kožo.

Okrasni prešivi in vezenje so razvidni na številnih tekstilnih izdelkih naših prababic. V obliki staroslovenskega šiva zaživijo tudi na sodobnih kreacijah. Tvorijo dinamično površino in bogato strukturo, ki hkrati pomeni popolnoma sodobne površine oblačil z dodano vrednostjo.

Križna vezenina, nekoč značilna kot del prta, danes zaživi na bluzici in pasu, ki z večfunkcionalnim načinom nošenja vedno znova pomeni individualno rešitev.

Igrive resice so kot zaključni robovi nekoč predstavljali dolžino moških hlač v Beli krajini in Pomurju. Tokrat v izdelavi posebnega šiva zaključujejo dolžine kril in oblek ter tako v oblačila vnašajo sproščenost in razgibanost.

Vežanje s trakovi je bilo pogosto uporabljeno že nekoč. To je nežen detajl, ki ga je v svojih kreacijah izkoristila tudi oblikovalka.

Fotografiranje modelov je potekalo v osrčju Prlekije, v Veržetu. Prvi del fotografij je nastal v brezčasnem Babičevem mlinu lastnice Karmen Babič, ki





nadaljuje tradicijo svojega očeta Mirča Babiča, ta pa zapuščino svojih prednikov ... Tam se čas ustavi in zaprašene papirnate vreče, skrinje za moko, žita in sita dajejo sodobnim oblačilnim podobam varno zatočišče preteklosti in čudovito okolje za modno fotografijo. Na slamnatem seniku, ki nas vrača v stare zgodbe, je nastalo še nekaj fotografij modelov.

Fotografije so nastale ob skrivnostnem ritmu mlin-skih koles, ob prleških pogačah, ob iskrivem prleškem narečju. Oblikovalka modelov in stilistka doc. Sonja Šterman je na „domačih tleh“ nostalgичno nizala nove kombinacije.

Preostali člani snemalne ekipe so bili:

Vanjo Grobljar, *fotograf*

Iva Katalenič, *ličenje in asistent stilista*

Klara Kobe in Sara Malačič, *manekenki*



Dela naših oblikovalk na mednarodni razstavi

Na mednarodno razstavo sodobne umetnosti *Energheia, Miniartextil 21*, 2011 v Comu in Milanu so organizatorji povabili tudi tri naše oblikovalke, in sicer *Jano Mršnik*, *Vesno Štih* (BelaBela) in *Ando Klančič*. Oblikovalke so že lani poleg umetnic – Ksenije Baraga in Ete Sadar Breznik – sodelovale na razstavi v muzeju Housseren Wesserling v Alzaciji in s te razstave s finančno pomočjo Ministrstva za kulturo in DOS izdale tudi katalog, ki so ga poslale na več pomembnih naslovov po svetu.

In tako je prišlo povabilo iz *Arte&arte-Miniartextil* (Italija) za dela večjega formata na razstavi Mini-



Aura F&M 2011 avtorice Ande Klančič



artextil 21, Como, v cerkvi San Francesco, 2011 na temo Energheia, in sicer za dela BelaBele – *Rastoča svetloba* (Jana Mršnik & Vesna Štih) in dela Ande Klančič – *Aura F&M 2011*. Ande Klančič je sočasno razstavljala tudi s starejšim delom *Aura* 2006 še v MyOwnGallery v Milanu, kar je del Miniartextila 21, 2011. Ande je že večkrat sodelovala z Miniartextilom, vendar le z miniaturnimi, ki so bile vedno izbrane na natečaju. Tokrat se je zgodilo prvič, da so organizatorji povabili kar dva predstavnika iz Slovenije za predstavitev del večjega formata.

Razstava in spremljajoči dogodki so bili predstavljeni na več lokacijah.

Projekt „Rastoča svetloba“ (avtorici *Jana Mršnik & Vesna Štih*) je oblikovalsko-umetniški projekt. Osnovni gradbeno-likovni element projekta je tekstilni valj, narejen iz potiskane, bele prosojne organce. Ta navidezno rahla in nežna tvorba nosi v sebi fizično in sporočilno moč. Sposobna je taktilne in simbolne komunikacije in povezave. V človeku naj bi zbudila spomin na njegov lastni ustroj, njegovo povezanost z drugim posameznikom, preostalim svetom in s celotnim vesoljem. Nastala tekstilna tvorba je metafora teh raznovrstnih povezav, srečevanj in komunikacij. Prosojni tekstilni valji v vzporednih, navpičnih linijah visijo s stropa do tal in ustvarjajo iluzijo svetlobnih žarkov. Ti se v središču zgoščujejo in proti zunanosti redčijo, v

skupnem premeru treh metrov. V središču objekta je postavljen svetlobni vir, ki presvetljuje to prosojno, večplastno kompozicijo in tiskane elemente. Ti se kot lebdeč, subtilen vesoljni prah širijo od svetlobnega vira navzven in ustvarjajo zrnasto strukturo, sipek oblak, skrivnostno telo znotraj telesa ... Opazovalec ga nekako le sluti v globini prosojnih tančic.

Projekt je prikaz ene izmed možnosti drugačne, nekonvencionalne uporabe tekstilnega materiala. Pripravlja zgodbo o tekstilu in predstavlja možnosti, ki jih ponuja tekstil kot medij in je kot tak uporaben v različnih sferah oblikovanja, tudi v arhitekturi. Modularna zasnova projekta omogoča različno razporeditev oz. kombinacijo osnovnih elementov – tekstilnih valjev v prostoru. Preprosta, elementarna oblika osnovnega elementa pa ponuja vrsto izraznih možnosti, od umetniških instalacij do uporabnih oblikovalskih objektov.

Za projekt *Aura F&M 2011* avtorice Ande Klančič je likovni kritik *Luciano Caramel* v svojem recenzijem mnenju, objavljenem v katalogu Energheia mednarodne razstave sodobne umetnosti, med drugim zapisal:

„Instalacija *Aura F&M (Female Aura & Male Aura)* Ande Klančič je široko kompleksna in razumljiva v svojem navdihu, v obravnavanem predmetu, tehniki, rezultatih in kot taka, eno najpomembnejših del na razstavi *Energheia*, Miniartextil 21, 2011. Impresija



Rastoča svetloba (avtorici *Jana Mršnik & Vesna Štih*, *BelaBele*)

se začne že z naslovom dela, ki bi ga lahko interpretirali na različne načine, kot nas spominja že slovar: *vetrič, piš, sapica, duhovna atmosfera*, ki sugerira in zbuja spoštovanje (*avra*, ki izvira, se širi iz umetnosti in jo obdaja) *izvor, iztok, razširjanje, izhlapevanje, izparevanje, izžarevanje iz teles*, za katero jasno vidci trdijo, da jo zaznavajo.

Slednji pomen je v tem primeru najverjetneje najustrežnejši, saj gre namreč za kompozicijo dveh kontur, obrisov v obliki človeških teles, ženske in moške, izdelane iz palmine skorje, optičnih vlaken in dveh svetlobnih virov. Prepredena razmišljanja, ki vpletajo tako zaprte-ezoterične, kot tudi široko odprte-eksoterične povezave, ki pripomorejo k mikavnosti teh polidimenzionalnih in multimedialnih del, odprtih k naravi, kot tudi k tehnologiji in so kot taka vzor za neko novo tekstilno umetnost, usmerjeno v prihodnost.“

Več informacij o pomenu te razstave in njene prepoznavnosti v svetu sodobne umetnosti in vlaknene umetnosti si je mogoče ogledati na www.miniartextil.it. Je pa to razstava z enaindvajsetletno tradicijo, ki pridobiva čedalje večji pomen v svetovnem merilu. Predstavlja miniaturo, izbrane po natečaju, večje eksponate vabljenih pomembnih svetovnih ustvarjalcev sodobne tekstilne in vlaknene umetnosti, vključuje pa tudi druge umetniške zvrsti in s tem ruši okostenela, zastarela merila.

Arte&arte si prizadeva v zadnjih letih seliti razstavo Miniartextil tudi na druge ugledne lokacije. Tokrat bo potujoča selekcionirana razstava v zmanjšanem obsegu eksponatov februarja obiskala Pariz, razstavišče v Montrougeu, in junija Benetke, Museo di palazzo Mocenigo. Tudi naša dela so bila izbrana in bodo vključena pri teh postavitvah.

Za nas je velik uspeh, da so nas izbrali v množici mednarodnih umetnikov za razstavi v Comu in Milanu in še večji uspeh, da so nas selekcionirali za postavitev v Parizu in Benetkah v letu 2012.

BelaBela

(Jana Mršnik & Vesna Štih)

Anda Klančič

Novo iz založbe Oddelka za tekstilstvo Ljubljana: Učbenik za strokovno angleščino na področju tekstilstva



Avtorica učbenika za strokovno angleščino na področju tekstilstva *English for Specific Purposes – Textile Engineering*, ki obsega 128 strani, je lektorica *Barbara Luštek Preskar*, visokošolska učiteljica na Oddelku za tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani.

Učbenik je namenjen predvsem študentom tekstilstva in vsem, ki želijo osvežiti znanje angleščine predvsem na področju tekstilstva. Vsebinsko je učbenik sestavljen iz dveh delov.

Prvi del je teoretični pregled najpomembnejših slovničnih struktur in ustrezne vaje ter izbrana poglavja na temo poslovne komunikacije v angleškem jeziku. Drugi del učbenika pa sestavljajo strokovna besedila in slikovno gradivo z vajami, ki celovito zajemajo področje tekstilstva, od zgodovine in današnje uporabe tekstilij, do besedišča, ki se uporablja v modi, izdelavi tekstilij, tekstilnem plemenitenju, vzdrževanju tekstilij, pri pametnih tekstilijah itd.

Diplomska, magistrska in doktorska dela

Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta
Oddelek za tekstilstvo

Visokošolski strokovni študijski program

Grafična tehnika

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

OGRIN, Tina Sandra. *Celostna grafična podoba podjetja Atrakta, vizualne komunikacije, Tina Sandra Ogrin s.p.* Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

CUK, Leona. *Ilustracija kot slikovna podoba*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

ČERNE, Špela. *Amplitudno rastiranje na tiskalniku Canon W8400 image prograf z različnimi oblikami rastrskih pik*. Mentor viš. pred. dr. Gorazd Glob. Ljubljana, september 2011.

ŽUPEC, Matej. *Analiza delovnega okolja pri delu z računalnikom*. Mentor izr. prof. dr. Urška Stanković Elesini. Ljubljana, september 2011.

GRAČNER (ŠTOK), Justina. *„Revolucija“ digitalne koncertne fotografije*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

TOPOLOVEC, Matevž. *Fotografija v težkih vremenskih pogojih – digitalni šum*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

MAJCEN, David. *Urbana Ljubljana*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

KRŽIŠNIK, Anja. *Enofazna oljeodbojna in protimikrobna apretura: vpliv koncentracije na lastnosti*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

Visokošolski strokovni študijski program

Konfekcijska tehnika

PAHOLE, Daniela. *Nove viskoelastične poliestrske preje za raztegljiva oblačila*. Mentorica doc. dr. Tatjana Rijavec. Ljubljana, september 2011.

Univerzitetni študijski program

Tekstilna tehnologija

SKUKAN, Dušanka. *Izboljšanje elastičnih lastnosti bombažnih tkanin z dodatkom CV/PBT prej v votku*. Mentor prof. dr. Krste Dimitrovski. Ljubljana, september 2011.

VAN, Barbara. *Tržno komuniciranje v podjetju Odeja d. o. o., Škofja Loka*. Mentor izr. prof. dr. Urška Stanković Elesini. Ljubljana, september 2011.

Univerzitetni študijski program

Tekstilstvo in grafična tehnologija

JEZERNIK, Kaja. *Vpliv barvne temperature na kakovost reproduciranja barv*. Mentorica izr. prof. dr. Sabina Bračko. Ljubljana, september 2011.

SAJE, Eva. *Pisava za digitalne medije*. Mentor doc. dr. Klementina Možina. Ljubljana, september 2011.

ČUHALEV, Peter. *Oblikovanje uporabniškega vmesnika za branje RSS novic na napravi IPAD*. Mentor doc. dr. Bojan Petek. Ljubljana, september 2011.

Univerzitetni študijski program

Oblikovanje tekstilij in oblačil

KOVAČIČ, Jovanka. *Proces od oblikovanja do izvedbe v digitalnem okolju*. Mentorica izr. prof. Marjetka Godler. Ljubljana, september 2011.

SLOKAN, Andreja. *Odsevi*. Mentorica prof. Marija Jenko. Ljubljana, september 2011.

FRANK, Nina. *Navidezni lepotni ideal*. Mentorica izr. prof. Almira Sadar. Ljubljana, september 2011.

GAREVSKI, Zoran. *Razvoj blagovne znamke R EXCLUSIVE*. Mentorica izr. prof. Almira Sadar. Ljubljana, september 2011.

REBOLJ, Tina. *Harmonija nasprotij*. Mentorica prof. Marija Jenko. Ljubljana, september 2011.

MILIJČ, Irina. *Dekonstrukcija v modi*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

VIDMAR, Brina. *Oblečeni v krog*. Mentorica doc. Elena Fajt. Ljubljana, september 2011.

Visokošolski strokovni študijski program

Proizvodnja tekstilij in oblačil

MILEK, Mateja. *Trženje slovenskih konfekcijskih blagovnih znamk*. Mentor viš. pred. mag. Damir Cibic. Ljubljana, september 2011.

JAZBEC, Katja. *Vpliv obdelave bombaža s plazmo na adsorpcijo UV absorberja pri barvanju z reaktivnim barvilom*. Mentorica doc. dr. Mateja Kert. Ljubljana, september 2011.

Visokošolski strokovni študijski program (1. stopnja) Grafična in medijska tehnika

POČIVAVŠEK JANHAR, Eva. *Produkcija 3D filmov, njihov prikaz in prihodnost 3D tehnologije*. Mentor doc. dr. Bojan Petek. Ljubljana, september 2011.

BENEDIK, Rok. *Oblikovanje uporabniškega vmesnika mobilne aplikacije za različne platforme z ozirom na dobro uporabniško izkušnjo*. Mentor doc. dr. Bojan Petek. Ljubljana, september 2011.

PEČNIK, Tjaša. *Preoblikovanje pisave century schoolbook*. Mentor doc. dr. Klementina Možina. Ljubljana, september 2011.

TIČAR, Maša. *Založniška grafika – priprava strani v reviji Cicido za otroke z disleksijo*. Mentor doc. Boštjan Botas Kenda. Ljubljana, september 2011.

ŠKRJANEC, Marisa. *Oblikovanje embalaže za suho sadje v čokoladi*. Mentor prof. dr. Diana Gregor Svetec. Ljubljana, september 2011.

GRDIČ, Martina. *Nova embalaža za varčne sijalke*. Mentorica prof. dr. Diana Gregor Svetec. Ljubljana, september 2011.

KOVAČIČ, Nina. *Utrip Španije skozi fotografski objektiv*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

FON, Nejc. *Otroški portret*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

JESENKO, Irma. *Oblikovanje stenskega koledarja*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

KIDRIČ, Anja. *Priprava, izdelava in vrednotenje interaktivnih učnih vsebin za osnovnošolske otroke*. Mentor doc. dr. Bojan Petek. Ljubljana, september 2011.

ŠKATARO, Nadja. *Prenova celostne grafične podobe*. Mentor prof. Dušan Kirbiš. Ljubljana, september 2011.

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

ŠIROK, Klavdija. *Kakšna embalaža pritegne potrošnika*. Mentorica prof. dr. Diana Gregor Svetec. Ljubljana, september 2011.

KOLAK, Nataša. *Merjenje UV prepustnosti komercialnih folij različne sestave in različnih debelin*. Mentorica prof. dr. Diana Gregor Svetec. Ljubljana, september 2011.

PETANČIČ, Maruša. *Vpliv različnih dejavnikov na kakovost tiska bombažnih majic*. Mentorica izr. prof. dr. Tadeja Muck. Ljubljana, september 2011.

KAKER, Taja. *Vpliv vizualnih elementov v oglaševanju*. Mentor prof. Dušan Kirbiš. Ljubljana, september 2011.

TORKAR, Nika. *Virtualna fotografska razstava lipicancev*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

ŠTIMULAK, Ana Marija. *Vidnost vodnega znaka pod različnimi svetlobnimi pogoji*. Mentorica izr. prof. dr. Tadeja Muck. Ljubljana, september 2011.

GORJUP, Luka. *Abstraktna fotografija*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

PETERCA, Neža. *Filmska špica*. Mentor doc. Boštjan Botas Kenda. Ljubljana, september 2011.

DELBELLO, Anja. *Publikacija predstavitve produkcije smeri oblikovanja tekstilij in oblačil*. Mentor doc. Boštjan Botas Kenda. Ljubljana, september 2011.

NOVAK, Pika. *Publikacija predstavitve produkcije smeri oblikovanja tekstilij in oblačil*. Mentor doc. Boštjan Botas Kenda. Ljubljana, september 2011.

LEBAR, Štefan Jan. *Celostna grafična podoba*. Mentor prof. Dušan Kirbiš. Ljubljana, september 2011.

VELECHOVSKY, Tina. *Izdelava tiskovne forme za tampo tisk*. Mentor doc. dr. Maja Klančnik. Ljubljana, september 2011.

KOTNIK, Nastja. *Razvijanje fotografij v temnici na steklo in platno*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

RANT, Tatjana. *Oglaševanje gledališke igre*. Mentor prof. Dušan Kirbiš. Ljubljana, september 2011.

ZUPANČIČ, Lea. *Rokopis in ilustracija*. Mentor prof. Dušan Kirbiš. Ljubljana, september 2011.

JELENKO, Lea. *Označevalni sistemi poslovno-stanovanjskega objekta*. Mentor doc. Boštjan Botas Kenda. Ljubljana, september 2011.

STAREŠINIČ, Brigita. *Oblikovanje knjige*. Mentor doc. Boštjan Botas Kenda. Ljubljana, september 2011.

JANKO, Jana. *Celostna grafična podoba javno-vzgojno izobraževalnega zavoda Vrtec Mozirje*. Mentor prof. Dušan Kirbiš. Ljubljana, september 2011.

VATIČ, Nika. *Barvnometrična in termična optimizacija termokromnih kompozitov*. Mentorica doc. dr. Marta Klanjšek Gunde. Ljubljana, september 2011.

PEVC, Tinka. *3D fotografija*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

GRAŠIČ, Maja. *Izdelava poročnega albuma*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

ČAMPA, Mojca. *Pregled uporabe recikliranega papirja za različne namene*. Mentorica prof. dr. Diana Gregor Svetec. Ljubljana, september 2011.

GALIČIČ, Klara. *Vizualna analiza embalaž slovenskih podjetij za suhe testenine in oblikovanje lastne ekološke kolekcije*. Mentorica prof. dr. Diana Gregor Svetec. Ljubljana, september 2011.

NASTAV, Maja. *Darilna embalaža za lunatico*. Mentorica prof. dr. Diana Gregor Svetec. Ljubljana, september 2011.

JANEŽIČ, Eva. *Zrklo Kočevske*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

MEDJA, Ana. *Oblikovanje celostne grafične podobe podjetja GeoPOL d.o.o.* Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

PRIMOŽIČ, Urška. *Primerjava kakovosti tiska revij (stare in nove izdaje)*. Mentorica izr. prof. dr. Tadeja Muck. Ljubljana, september 2011.

JERKIČ, Pia. *Vpliv moči svetlobnega vira na čitljivost 2D kod*. Mentorica izr. prof. dr. Tadeja Muck. Ljubljana, september 2011.

SENIČAR, Boštjan. *Fotografija starih telefonov*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

VIDONJA, Petra. *Razumevanje poezije skozi ilustracijo*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

RAVNIKAR, Tine. *Nikonov tehnološki napredek za večjo kreativnost*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

BOŽIČ, Maja. *Likovna analiza reklamne fotografije*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

ROZMAN, Martin. *Portreti DJ-ev klubskem okolju*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

BORŠTNAR, Simona. *Oblikovanje poročnega albuma*. Mentor prof. Darko Slavec. Ljubljana, september 2011.

PAVLIN, Simona. *Slovenski kulturni plakat dvajsetega stoletja*. Mentor doc. Boštjan Botas Kenda. Ljubljana, september 2011.

Univerzitetni študijski program (1. stopnja)

Načrtovanje tekstilij in oblačil

GODEC, Mateja. *Primerjava računalniških simulacij pletiv z realnimi pletivi*. Mentorica doc. dr. Alenka Pavko-Čuden. Ljubljana, september 2011.

MALOPRAV, Anja. *Sodobna vodoodbojna apretura na podlagi oligomernih silseskvioksanov*. Mentorica prof. dr. Barbara Simončič. Ljubljana, september 2011.

JESENŠEK, Nina. *Enofazna oljeodbojna in protimikrobna apretura: vpliv koncentracije na lastnosti*. Mentorica prof. dr. Barbara Simončič. Ljubljana, september 2011.

Univerzitetni študijski program (1. stopnja)

Oblikovanje tekstilij in oblačil

REJA, Sanija. *Kolekcija ženskih oblačil lov'e'hunting*. Mentorica doc. Elena Fajt. Ljubljana, september 2011.

JERŠINOVEC, Klavdija. *V polst posajeno*. Mentorica izr. prof. Vera Sešlar Založnik. Ljubljana, september 2011.

NAROB, Marita. *Telo v barvnem valovanju*. Mentorica izr. prof. Marjetka Godler. Ljubljana, september 2011.

KERT, Anja. *Razvoj ličenja v 20. stoletju*. Mentorica izr. prof. Almira Sadar. Ljubljana, september 2011.

POTISEK, Brigita. *Slovenske tradicionalne obrti*. Mentorica doc. Nataša Peršuh. Ljubljana, september 2011.

KORENT, Žiga. *Predori*. Mentorica prof. Marija Jenko. Ljubljana, september 2011.

SEDELJŠAK, Karmen. *Oblečeni v vzorec*. Mentorica doc. Elena Fajt. Ljubljana, september 2011.

PAVLOVIČ, Kristina. *Nit in nit*. Mentorica izr. prof. Marjetka Godler. Ljubljana, september 2011.

KRAGELNIK, Andreja. *Metamorfoza sence pletena svetila*. Mentorica prof. Marija Jenko. Ljubljana, september 2011.

LILIJA, Špela. *Oblikovanje oblačil iz usnja*. Mentorica doc. Nataša Peršuh. Ljubljana, september 2011.

HANZEL, Gaja. *Življenje ornamenta na tekstilnem taburetu*. Mentorica izr. prof. Marjetka Godler. Ljubljana, september 2011.

HORVAT, Marcela. *Nakit kot kostumografski element*. Mentorica prof. Karin Košak. Ljubljana, september 2011.

MOVRIN, Peter. *Neimena kolekcija, ki črpa iz tradicije*. Mentorica doc. Nataša Peršuh. Ljubljana, september 2011.

ADAMLJE, Katja. *Oblikovanje tekstilnih izdelkov za Mercatorjevo otroško blagovno znamko Lump*. Mentorica prof. Karin Košak. Ljubljana, september 2011.

ŽGALIN, Tjaša. *Oblikovanje tekstilnih izdelkov za Mercatorjevo blagovno znamko Lumpi*. Mentorica prof. Karin Košak. Ljubljana, september 2011.

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

VIDMAR, Tjaša. *Določitev optimalnih lastnosti tiskovnih materialov za tisk elektronike*. Mentorica izr. prof. dr. Tadeja Muck. Ljubljana, september 2011.

Magistrsko delo podiplomskega študijskega programa Tekstilstvo, grafika in tekstilno oblikovanje

URBANC, Meta. *Adsorpcijsko čiščenje odpadne vode, onesnažene z barvilom in tiskarsko barvo*. Mentorica doc. dr. Maja Klančnik. Ljubljana, september 2011.

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

Visokošolski strokovni študij tekstilstva

DUKIČ, Tina. *Oblikovanje dela v skladišču trgovskega centra z upoštevanjem antropometrije*. Mentorica doc. dr. Vujica Herzog Nataša. Maribor, september 2011.

FERLIČ, Vesna. *Kolekcija voluminoznih oblačil iz predhodne študije form papirnih trakov na modni lutki*. Mentorica doc. dr. Fužir Bauer Gabrijela. Maribor, september 2011.

HROVATIČ, Tjaša. *Učinki fotokatalitičnega postopka nege tekstilij*. Mentor doc. dr. Neral Branko. Maribor, september 2011.

JUVAN, Urška. *Računalniško 3D risanje in predstavitev oblazinjenega pohištva*. Mentor izr. prof. dr. Stjepanovič Zoran. Maribor, september 2011.

ŠERUGA, Janja. *Noži pri avtomatskem krojenju*. Mentor izr. prof. dr. Gotlih Karel. Maribor, september 2011.

TOPLAK, Katja. *Analiza modeliranja ženskih oblek v izložbi*. Mentorica viš. pred. mag. Abram Zver Marta. Maribor, september 2011.

ŽGAVC, Nina. *Christian Dior in razvoj njegovega stila*. Mentorica doc. dr. Fužir Bauer Gabrijela. Maribor, september 2011.

Univerzitetni študij tekstilstva

AČKO, Nina. *Tekstilije za zvočno zaščito prostorov*. Mentorica izr. prof. dr. Dobnik Dubrovski Polona. Maribor, september 2011.

GAŠPARIČ, Petra. *Analiza nano-kompozitnih filtrov z uporabo malokotnega in širokokotnega rentgenskega sipanja (SWAXS)*. Mentorica red. prof. dr. Sfligoj Smole Majda. Maribor, september 2011.

KRIŽANEC, Andreja. *Študij lastnosti vlaken iz perutninskega perja*. Mentorica izr. prof. dr. Strnad Simona. Maribor, september 2011.

LOZINŠEK, Karmen. *Študij vpliva obdelave s hitozanom na hidrofobno/hidrofilni karakter vlaken*. Mentorica izr. prof. dr. Strnad Simona. Maribor, september 2011.

LUKETIČ, Liljana. *Obdelave za zmanjšanje UV propustnosti materialov*. Mentorica izr. prof. dr. Fakin Darinka. Maribor, september 2011.

MUNDA, Marko. *Elementarna karakterizacija funkcionaliziranih vlaken*. Mentorica doc. dr. Fras Zemljič Lidija. Maribor, september 2011.

MUNDA, Tamara. *Barva in barvanje bombaža z naravnimi barvili*. Mentorica izr. prof. dr. Fakin Darinka. Maribor, september 2011.

SELKO, Urška. *Vpliv postave telesa in velikostne številke na izbor oblačila*. Mentorica doc. dr. Rudolf Andreja. Maribor, september 2011.

SKRBINJEK, Jasmina. *Modna ilustracija*. Mentorica doc. dr. Fužir Bauer Gabrijela. Maribor, september 2011.

ŠAFRAN, Sanja. *Študij preferenc ter čustev in občutkov barv tekstilij in objektov v interierju*. Mentorica doc. dr. Fužir Bauer Gabrijela. Maribor, september 2011.

ŠEROD, Jana. *Ekstrakt rdečega bora in UV propustnost materialov*. Mentorica izr. prof. dr. Fakin Darinka. Maribor, september 2011.

ŠTOR, Jana. *Razvoj virtualne kolekcije ženskih oblek*. Mentorica doc. dr. Rudolf Andreja. Maribor, september 2011.

URISK, Zala. *Študij postopkov čiščenja odpadnega perutninskega perja za nadaljnjo uporabo*. Mentorica izr. prof. dr. Kreže Tatjana. Maribor, september 2011.

Magistrski študij tekstilstva
BRAČIČ, Matej. *Funkcionalizacija vlaken s sinergistično formulacijo tenzid-polisaharid*. Mentorica doc. dr. Fras Zemljič Lidija. Maribor, september 2011.

TOMPA, Jasna. *Funkcionalizacija viskoze s hitozanom v kombinaciji z 1,2,3,4-butantetrakarbonsilno kislino (BTCA)*. Mentorica izr. prof. dr. Šauperl Olivera. Maribor, september 2011.

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 jedrnat. 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. Članke naj imajo priporočeno strukturo: Uvod, Eksperimentalni del, Rezultati z razpravo, Zaključki, Zahvala, Literatura. Celotno besedilo članka je potrebno napisati s predpostavko, da bralci že poznajo osnove področja, o katerem je govor. Eksperimentalna tehnika in naprave se podrobno opišejo v primeru, če bistveno odstopajo od že objavljenih opisov v literaturi; za znane tehnike in naprave naj se navede vir, kjer je mogoče najti potrebna pojasnila.

Oblikovanje članka v urejevalniku besedila

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

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

Slikovno gradivo

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

Preglednice, tabele

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

Matematične in kemijske formule

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

Merske enote in enačbe

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

Opombe

Avtorji naj se izognejo pisanju opomb pod črto.

Navajanje literature

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

Monografije

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

Prispevki v monografijah in zbornikih

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

Članki

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

Standardi

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

Patenti

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

Poročila o raziskovalnih nalogah

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

Članki v elektronskih revijah

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

Spletne strani

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

Naslov uredništva:

Uredništvo Tekstilec

Snežniška 5, p.p. 312

SI-1000 Ljubljana

E-pošta: diana.gregor@ntf.uni-lj.si

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



*Vsem bralcem
in sodelavcem revije Tekstilec
želimo vse dobro v letu 2012.*

Zahvaljujemo se vsem
sofinancerjem in sponzorjem,
ki ste pripomogli k izhajanju revije,
in vam želimo veliko osebne sreče
in poslovnih uspehov.



Člani uredništva in časopisnega sveta

Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta



ZALOŽBA ODDELKA ZA TEKSTILSTVO LJUBLJANA

Založniška dejavnost Oddelka za tekstilstvo ima že dolgoletno tradicijo. V obdobju od leta 1991 do danes je Oddelek za tekstilstvo založil in izdal preko 100 del s področja tekstilstva, grafike in tekstilnega oblikovanja v tiskani ali digitalni obliki: monografije, učbenike, skripte in drugo učno gradivo, zbornike prispevkov z znanstvenih in strokovnih simpozijev ter študijsko gradivo za seminarje in druge vrste izobraževanj.

Med pomembnejšimi deli izdanimi v letu 2011 je strokovna monografija Tekstilije v gumenih kompozitih in trije učbeniki: O modi, Priprava tekstilij na plemenjenje in English for Specific Purposes – Textile Engineering. Oddelek je tudi izdajatelj revije Tekstilec, glasila slovenskih tekstilcev, ki objavlja znanstvene in strokovne članke ter informacije in novosti s področja tekstilstva.

Informacije

dr. Diana Gregor Svetec

e-pošta: diana.gregor@ntf.uni-lj.si





UNIVERZA V MARIBORU FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO
ODDELEK ZA TEKSTILNE MATERIALE IN OBLIKOVANJE



Univerzitetni in magistrski študijski program

OBLIKOVANJE IN TEKSTILNI MATERIALI

Visokošolski strokovni študijski program

TEHNOLOGIJE TEKSTILNEGA OBLIKOVANJA

Doktorski študijski program

TEKSTILNI MATERIALI