



# Tekstil

## 5-6

ČASOPIS ZA TEKSTILNU I ODJEVNU TEHNOLOGIJU  
JOURNAL FOR TEXTILE AND CLOTHING TECHNOLOGY  
ZEITSCHRIFT FÜR TEXTILTECHNOLOGIE UND BEKLEIDUNGSTECHNIK

Vol. 63

Zagreb, May-June 2014

No. 5-6

### SALESIANER MIETTEX – Najbolja usluga najma rublja



**ISO** 9001  
**ISO** 14001

SALESIANER  
MIETTEX

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

**SALESIANER MIETTEX Lotos d.o.o.**

HR - 10000 Zagreb, Radnička cesta 169

Tel: + 385 1 2450 621,

Fax: + 385 1 2456 892



# **d** **E** **EXPOdetergo 2014** INTERNATIONAL

17. Specijalizirani medunarodni sajam strojeva, usluga, proizvoda i pribora za pranje, glačanje, čišćenje tekstila i ostalih proizvoda za njegu tekstila

**Fiera Milano (Rho) 3.-6. listopada 2014**



**EXPO Detergo S.r.l.**  
Via Angelo Masina, 9 - 20158 Milano - I  
Tel. +39 02.39314120 - Fax +39 02.39315160  
expodetergo@libero.it



**FIERA MILANO S.p.A.**  
S.S. del Sempione, 28 - 20017 Rho, Milano - I  
Tel. +39 02.4997.7129-6255 - Fax +39 02.4997.6252  
expodetergo@fieramilano.it

**UŠTEDITE SVOJE VRIJEME!**  
Registrirajte se unaprijed odmah na: [www.expodetergo.com](http://www.expodetergo.com)



## ČASOPIS ZA TEKSTILNU I ODJEVNU TEHNOLOGIJU

UREDNIŠTVO: HR-10001 Zagreb, Selska cesta 90F - p.p. 829 - telefon: +385 (01) 4818 252, 4818 253, telefaks: 4818 242, e-mail: hist@zg.t-com.hr, www.Tekstil.hist.hr  
 IZDAVAČ I VLASNIK: HRVATSKI INŽENJERSKI SAVEZ TEKSTILACA, ZAGREB, JOURNAL FOR TEXTILE AND CLOTHING TECHNOLOGY Publisher: Croatian Association of Textile Engineers, Zagreb, Croatia, ZEITSCHRIFT FÜR TEXTILTECHNOLOGIE UND BEKLEIDUNGSTECHNIK Herausgeber: Kroatischer Verband der Textilingenieure Zagreb, Kroatien

Tekstil Vol. 63 br. 5-6 str. 157-216

Zagreb, svibanj-lipanj 2014.

Glavni urednik/Editor in Chief: Zvonko Dragčević (Zagreb),  
 e-mail: zvonko.dragcevic@ttf.hr

Urednica / Editor: Agata Vinčić (Zagreb)

Urednik on-line izdanja / On-line Editor:  
 Željko Penava (Zagreb)

Predsjednik HIST-a / President HIST:  
 Vinko Barišić (Zagreb)

Savjet za izdavačku djelatnost /  
 Publishing Council

Predsjednik / President: Darko Ujević (Zagreb)

Uredništvo / Editorial Board: Maja Andrassy, Zvonko Dragčević,  
 Zlatka Mencl-Bajs, Alka Mihelić-Bogdanić, Đurđica Parac-Osterman, Željko Penava, Dinko Pezelj, Emira Pezelj, Tanja Pušić, Dubravko Rogale, Katarina Nina Simončić, Zenun Skenderi, Ivo Soljačić, Ana Sutlović, Darko Ujević, Agata Vinčić, Edita Vučasinović, koji su ujedno i članovi Savjeta - svi iz Zagreba.

Ostali članovi Savjeta časopisa: Sonja Bešenski (Duga Resa); Ivica Birkaš (Pula); Ivan Klanac (Osijek); Miroslav Raljević (Omiš); Božo Tomić (Čakovec); Borivoj Sabljak (Varaždin); Ante Klišmanić (Biograd); Marija Dorčić (Zadar); Mirjana Čavar (Požega); Goran Ivezović (Klanjec); Ivica Cerovečki (Krapina); Mirjana Gambiroža-Jukić, Zdenko Brodić, Ivo Bedalov i Jagoda Divić (svi iz Zagreba).

Članovi Međunarodnog savjeta za izdavačku djelatnost / Members of the International Publishing Council: Anton Marcinčin (Sk); George K. Stylios (UK); Larry C. Wadsworth (USA).

Lektorica / Language Editor: Alice Bosnar (Zagreb)

Časopis izlazi mjesečno u 800 primjeraka.

Časopis sufinancira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske

Časopis se referira u sjedećim publikacijama / Articles are abstracted by or indexed in: Research Alert, Materials Science Citation Index, Chemical Abstracts, World Textiles Abstracts, Textile Technological Abstracts, Textile Technology Digest, Art & Archaeology Technical Abstracts, Bulletin Signalétique, Referativny sbornik, Investigación e Información y de Tensioactivos, publikacije Institute of Textile Technology, CAB Abstracts, World Textiles, Energy Science & Technology, Pascal, Paperchem, PIRA, World Translations Index, EBSCO Publishing

Godišnja preplata (bez PDV-a) za ustanove i poduzeća 600,00 kn, za inozemstvo 110,- EUR, pojedinačno broj za: učenike i studente, članove DIT-a 10,00 kn, nečlanove DIT-a 190,00 kn.

Preplata se plaća unaprijed, najkasnije 8 dana nakon primitka računa. IBAN: HR1123600001101547886

Grafička priprema i tisk: Denona d.o.o., Zagreb

### SADRŽAJ / CONTENTS

Izvorni znanstveni radovi / Original scientific papers:

A. Ehrmann, T. Blachowicz, F. Heimlich, A. Brückner, M.O. Weber:  
 Utjecaj dimenzije uzorka i vrste prede na proces  
 relaksacije pletiva..... 157

Influence of the sample dimension and yarn type on the  
 washing relaxation process of knitted fabrics..... 163

S. Jordeva, E. Tomovska, D. Trajković, K. Zafirova:::  
 Tekstilni otpad kao materijal za toplinsku izolaciju..... 168  
 Textile waste as a thermal insulation material ..... 174

Pregledi / Reviews:

A. Tomljenović, K. Rusak:::  
 Ribarske mreže - vrste, značajke i karakterizacija / Fishing  
 nets - types, properties and characterization ..... 179

M. Pavunc, E. Vučasinović, I. Matijević:  
 Tekstil u kontekstu održivog razvoja / Textiles in the  
 context of sustainable development ..... 195

Prikazi:

OEKO-TEX® imenovao Comazo tvrtkom mjeseca  
 travnja 2014. ..... 204

Salesianer Miettex Lotos d.o.o u Zagrebu prva pravonica  
 rublja u Republici Hrvatskoj s RAL certifikatom ..... 206

Prikazi strojeva:

DORNIER na sajmu ITMA Azija + CITME 2014  
 u Šangaju..... 208

AccuMark 9.0 tvrtke Gerber Technology s poboljšanim  
 korisničkim sučeljem i funkcionalnosti ..... 210

Domaće vijesti ..... 212

Vijesti iz inozemstva ..... 213



## Utjecaj dimenzijske uzorka i vrste pređe na proces relaksacije pletiva

Dr. Andrea Ehrmann, Dipl.-Ing.<sup>1</sup>

Prof.Dr. Tomasz Blachowicz,<sup>2</sup>

Frank Heimlich<sup>1</sup>

Andrea Brücke, Dipl.-Ing.<sup>1</sup>

Prof.Dr. Marcus O. Weber,<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FTB, Niederrhein University of Applied Sciences

Mönchengladbach, Njemačka

<sup>2</sup>Institute of Physics, Silesian University of Technology

Gliwice, Poljska

e-mail: andrea.ehrmann@hsnr.de

Prispjelo 4.3.2014.

UDK 677.017.2:677.075

Izvorni znanstveni rad

*U iskrojavanju odjeće ili tehničkog tekstila treba se voditi računa o procesu relaksacije pletenih materijala nakon proizvodnje. Vrlo velike dimenzijske promjene mogu se pojaviti tijekom duljeg vremena relaksacije u suhom stanju, relaksacije u mokrom stanju ili relaksacije tijekom pranja. Relaksacija u procesu pranja može imati vrlo velik utjecaj na pletivo. Osim toga konstrukcija pletiva i vrsta pređe te dimenzijske pletive također mogu znatno utjecati na proces relaksacije. U ovom se radu prikazuju detaljna ispitivanja prvih 50 ciklusa pranja uzoraka različitih dimenzijskih izrađenih od različitih vrsta pređe. Uspoređuju se svojstva uzoraka od konvencionalnih pređa i elektro-vodljivih pređa koje se upotrebljavaju u izradi (tehnologijama) senzora. Za analizu ponašanja tijekom relaksacije razmatrala se širina oćice u različitim dijelovima ispitivanih uzoraka.*

**Ključne riječi:** relaksacija u pranju, pletivo, pređa od vlakana od nehrđajućeg čelika, poliesterska pređa, dimenzijske, strukturalna svojstva

### 1. Uvod

Tijekom procesa pletenja pređa se dovodi u nerelaksirano, napeto stanje - ona se savija i isteže. Relaksacija pojedine oćice u nenapeto (opušteno) stanje sprječavaju susjedne oćice, koje se ponašaju na sličan način. Cijeli sustav teži smanjivanju svoje energije. Taj proces dovodi do lokalnog energetskog minimuma, dok je apsolutni energetski minimum, odnosno potpuno relaksirano stanje blokirano energetskim barijerama. Te barijere se mogu nadvladati spontanim fluktuacijama ili dovođenjem energije izvana.

Proces relaksacije započinje odmah nakon završetka procesa pletenja, kad se pletivo vadi sa stroja.

Premda i relaksacija u suhom dovodi do znatnih dimenzijskih promjena (posebno u prvim satima nakon završetka procesa pletenja), relaksacija u mokrom stanju dovodi pletivo u još više relaksirano stanje. Namakanjem pletiva u vodi tijekom nekog vremena, sile trenja između pređa se smanjuju, a to rezultira smanjivanjem energetskih barijera. U procesu pranja, međutim, kombinacija deterdženata za pranje i djelovanja mehaničke energije na pletivo dovodi do daljnog

smanjenja trenja te se postiže još veća relaksacija.

Unatoč velikom utjecaju relaksacije u procesu pranja na dimenzijske pletene materijale, pregledom literature uočeno je da se samo nekoliko istraživanja bavilo istraživanjem ponašanja pletiva do najviše 10 ciklusa pranja. Izvještava se o dimenzijskim promjenama, npr. za različite strukture od mješavina 80 % vune i 20 % poliamida [1] te posebno za pletiva rebraste strukture (dvostrano i jednostrano rebrasto pletivo - Milano-Rib) [2] za samo jedan ciklus pranja. Pletiva izrađena od mješavine s liocelnim

vlaknom proučavane su radi poboljšanja svojstva skupljanja tijekom 5 ciklusa pranja [3], dok su pamučna pletiva proučavana nakon alkalnog i enzimatskog iskušavanja u 5 ciklusa pranja [4] i 6 ciklusa pranja [5].

Istraživanja pletiva proizvedenih na ravnopletačim strojevima (kulirna desno-ljeva pletiva) od svile, pamuka i poliestera različitih pokrivnih faktora prikazana su u radu [6], a jednostrano džerzej pletivo i 1x1 rebrasto pletivo od svile i pamuka [7] proučavana su tijekom 10 ciklusa pranja po pojedinom uzorku pletiva. Svojstva relaksacije desno-desnih i ljevo-desnih kulirnih pletiva od pređa bez dodatka i s dodatkom elastana tijekom relaksacije u suhom i mokrom stanju te nakon pranja u kućnoj perilici s 4 ciklusa ispiranja i sušenja u bubnju [8].

Ovi mali brojevi ciklusa pranja su motivirani drugim istraživanjima u kojima se tvrdi da je potpuna relaksacija postignuta nakon nekoliko ciklusa pranja. Npr. za pletiva od svile je utvrđeno da se potpuna relaksacija postiže nakon jednog [7] ili kod 10 ciklusa pranja [9]. Slično se utvrdilo da pletivo od vune postiže stanje potpune relaksacije nakon 1 ciklusa potpunog kvašenja, pažljive hidroekstrakcije kako bi se uklonila suvišna voda, i 1 sata sušenja u bubnju [10] ili nakon 10 ciklusa pranja i sušenja u bubnju [11]. Za mnoga prirodna i sintetska vlakna kombinacija visoke temperature i obrade u mokrom stanju dovodi do stanja potpune relaksacije [12].

Mišljenje, da se stanje potpune relaksacije postiže nakon samo nekoliko ciklusa je povezano s teoretskim opisom dimenzijskih promjena upotrebom eksponencijalne krivulje [13, 14]. Međutim, mjerena širina uzorka za vrijeme 100 ciklusa pranja pokazala su da se proces relaksacije u određenim slučajevima može opisati logaritamskom funkcijom [15], koja nije potpuno u skladu sa stanjem potpune relaksacije, odnosno apsolutnim minimumom energije, koji se uopće može postići.

Iako su novija istraživanja također pokazala velik utjecaj dimenzijske uzorka na rezultate mjerena svojstva relaksacije pletiva [15], većina citiranih radova čak ni ne spominje veličinu istraživanih uzoraka.

U ovom radu se analizira utjecaj širine i duljine pletiva od tri vrste pređa na proces relaksacije tijekom 50 ciklusa pranja i istražuje u kojim slučajevima se uzorak pletiva može smatrati potpuno relaksiranim nakon tolikih ciklusa pranja, kako bi se utvrdilo koji matematički opis treba upotrijebiti za određenu kombinaciju strukture i materijala.

## 2. Eksperimentalni dio

U radu su izrađena dvostrana desna pletiva, odnosno desno-desna kulirna pletiva na ravnopletačem stroju za pletenje CMS-302 TC tvrtke Stoll. Pletiva su izrađena od tri različite pređe: elektrovodljiva vlasasta pređa "S-Shield" (3 x Nm 50/2) tvrtke Schöeller, Bregenz (Austrija), sastava 20 % vlakna od nehrđajućeg čelika i 80 % poliesterskog vlakna (PES) koje je također već upotrijebljeno u prethodnim istraživanju [15]; PES pređa od vlasastih vlakana (3 x Nm 50/2); i PES teksturirane filamentne pređe (4 x dtex 150 \* 2). Sve tri vrste pređa imale su jednaku finoću i pletiva su izrađena pri istim parametrima stroja za pletenje (brzine rada, napetost pređe, povlačenje i dr.) kako bi rezultati bili usporedivi.

Ovom kombinacijom moguće je istražiti razliku između pređa od vlasastih i filamentnih vlakana te utjecaj dodatka elektrovodljivih vlakana od nehrđajućeg čelika.

Za svaku seriju mjerena načinjen je komplet od 5 nominalno istih uzoraka za ispitivanja kako bi se smanjio utjecaj slučajnih varijacija. Mjerena širine uzorka provedena su u sredini kako bi se izbjegao utjecaj rubova. Prvo mjerjenje se odnosilo na "0 ciklusa pranja" odnosno bez pranja, uzorak je uzet 23±3 sata nakon skidanja pletiva sa stroja. Pritom nije prikazan rezultat mjerena duljine

pletiva budući da je učinak relaksacije vrlo mali i odgovaraće tome podložan velikim pogreškama.

Postupak pranje proveden je u kućanskoj perilici uz dodatak deterdženta za tvrdokorne mrlje na 40 °C i centrifugiranjem uz brzinu okretaja 1200 min<sup>-1</sup>. Uzorci su sušeni u raširenom stanju na ravnoj podlozi glatkog površine, na sobnoj temperaturi 20±2 sata.

## 3. Rezultati

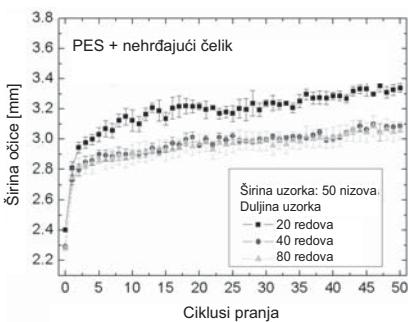
Na sl.1 prikazane su širine očica mjerene od 0 do 50 ciklusa pranja uzorka pletiva od PES pređe od vlasastih vlakana sa 20 % vlakana od nehrđajućeg čelika, za različite širine i duljine uzorka. Prethodna istraživanja ove vrste materijala, su pokazala da se ravni uzorci nisu potpuno relaksirali sve do 100 ciklusa pranja, što je povezano s logaritamskim ponašanjem.

Međutim, za kvadratne uzorce nagib krivulje ne može se poistovjetiti s logaritamskim, dok potpuno relaksirano stanje ipak nije bilo postignuto [15].

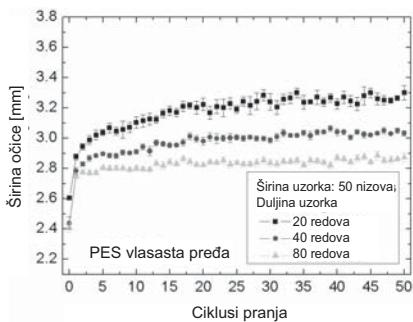
Ova detaljnija analiza omogućuje bolji uvid u utjecaje širine i duljine uzorka na proces relaksacije. Prema rezultatima prikazanim na sl.1 može se uočiti da najkraći uzorak (duljine 20 redova očica) na početku ispitivanja ima najveću širinu očica, koja ostaje najveća i nakon 50 ciklusa pranja. Treba napomenuti da apsolutno povećanje širine očice nije potpuno u korelaciji s najmanjom duljinom uzorka, što se vidi na grafičkom prikazu, sl.1c.

Dok se širina očica nakon 50 ciklusa pranja povećava s povećanjem širine ispitivanih uzoraka, tako jasan trend nije uočen za širine očica prije pranja. Takvo nekonzistentno svojstvo može se pripisati nešto različitim vremenima suhe relaksacije od završetka procesa pletenja do početka mjerena.

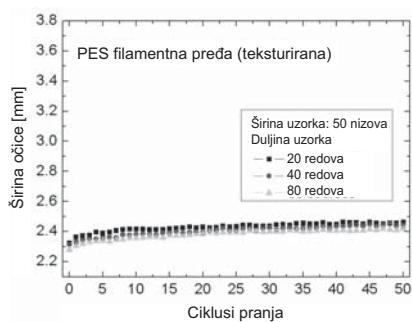
Uspoređujući krivulje, vidljivo je da su "zaobljeniji" nagibi povezani s manjom duljinom uzorka, dok se kod većih duljina uzorka uočava oš-



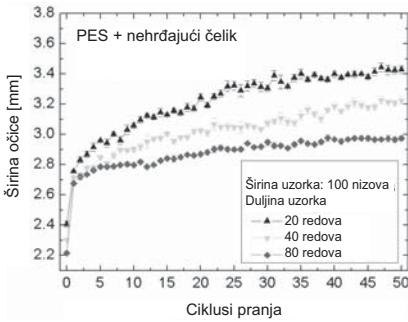
a)



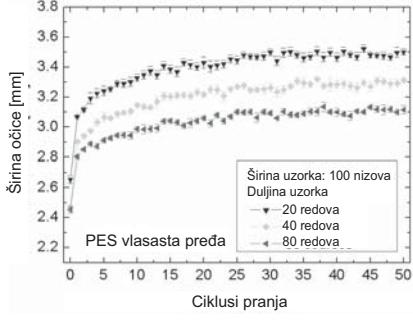
a)



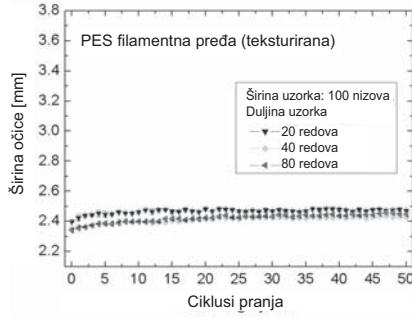
a)



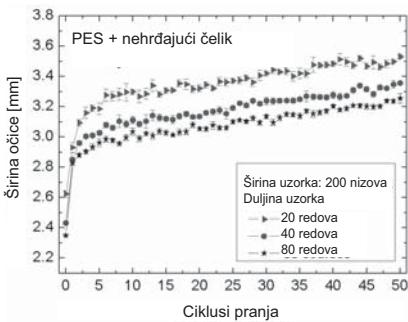
b)



b)



b)

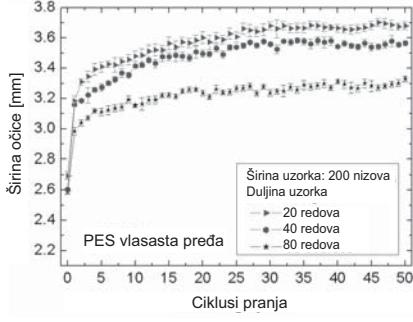


c)

Sl.1 Širine očica mjerene tijekom 0-50 ciklusa pranja za uzorke pletiva od PES vlasaste pređe s vlaknima od nehrđajućeg čelika: a) kod širine uzorka od 50, b) kod širine od 100 i c) 200 nizova očica pletiva, te kod različitih duljina uzoraka, odnosno brojeva redova očica pletiva

trići luk nakon prvog ciklusa i aproksimativno linearne ovisnost između širine očice i broja ciklusa pranja, nakon nekoliko prvih ciklusa. Jasno, matematički opis koji vrijedi za sve dimenzije uzoraka treba npr. uključivati logaritamski i linearni opis.

Kako bi se provelo istraživanje utjecaja dodatka vlakana od nehrđajućeg čelika u prvoj seriji uzoraka, na sl.2 su prikazana odgovarajuća mjerena uzoraka načinjenih od PES vlakana bez dodatka vlakana od nehrđajućeg



c)

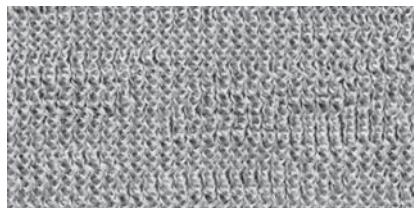
Sl.2 Širine očica, mjerene od 0-50 ciklusa pranja, za uzorke pletiva od PES pređe od vlasastog vlakna širine: a) 50 nizova, b) 100 nizova i c) 200 nizova očica te kod različitih duljina uzoraka (redova očica)

čelika. Osnovne spoznaje koje su prikazane mogu se opisati na sljedeći način: najkraći uzorci i na početku i na kraju ispitivanja imaju najveće širine očica; širina očica nakon 50 ciklusa pranja se povećava s povećanjem širine uzoraka, te su "zaobljeniji" nagibi u vezi s manjom duljinom uzoraka. Kao što je već utvrđeno u prethodnom radu [15] dodatak vlakana od nehrđajućeg čelika ne mijenja kvalitativno proces relaksacije pletenih uzoraka. Usporedbom rezultata ispitivanja uzoraka od dviju različitih pređa od vlasastih vlakana i pređa od teksturiranih

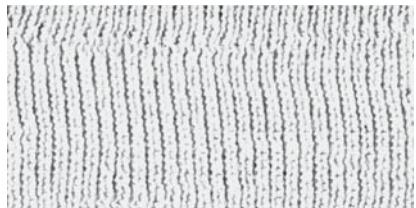
filamentnih vlakana, neposredno nakon pletenja, uočavaju se slične vrijednosti širina očica, sl.3. Međutim, vrijednosti širina očica nakon 50 ciklusa pranja su znatno manje kod uzoraka od pređe od filamentnog vlakna nego kod uzoraka od pređe od vlasastog vlakna. To se može povezati s teksturiranjem pređe koje povećava trenje između vlakana što umanjuje mogućnosti nadvladavanja energetskih barijera. S druge strane, za pređe od vlasastih vlakana, za razliku od filamentnih pređa, poznato je da gube na masi tijekom pranja, gubi-

tkom ili krajeva vlakana ili cijelih vlakana koja se izvlače iz pređe, odnosno pletiva. Ova pojava može olabaviti pletivo i tako smanjiti trenjem izazvane energetske barijere, što rezultira povećanjem relaksacije.

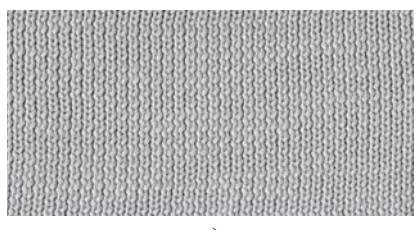
Međutim, čak i teksturirana PES pređa od filamentnih vlakana dovodi do procesa relaksacije koji ne prestaje nakon 10 ili čak manjeg broja ciklusa pranja.



a)



b)



c)

Sl.4 Skenirane slike ispitivanih uzoraka pletiva širine 100 nizova i duljine 20 redova očica nakon 50 ciklusa pranja: a) od pređa od mješavine PES vlasastih vlakana i vlakana od nehrđajućeg čelika, b) od PES pređa od vlasastih vlakana i c) od PES pređa od filamentnih vlakana

Sa svrhom utvrđivanja adekvatnog opisa istraživanih sustava na sl.4 su prikazane makroskopske slike ispitivanih pletiva. Kod uzorka izrađenih od pređa od mješavine PES vlasastih i vlakana nehrđajućeg čelika (sl.4a) posebno se uočava područje različitih očica. U nekim dijelovima, očice izgledaju spljoštene i dvodimenzionske, dok se u drugim dijelovima uočava izvorna čista i trodimenzionska struktura.

Ovaj efekt se također otkriva i na druga dva prikaza uzoraka pletiva, najviše se ističe kod uzorka s vlaknima od nehrđajućeg čelika, vjerojatno zbog efekta prisjetljivosti oblika



a)



b)

Sl.5 Mikroskopske slike različitih očica pletiva od pređa od mješavine PES vlasastih vlakana i vlakana od nehrđajućeg čelika: a) izvorni oblik očica, b) oblik očica nakon relaksacije (nakon 50 ciklusa pranja)

metalna koji zadržava učinak sila tijekom pranja na pletivu.

Detaljnija analiza izgleda očica u različitim dijelovima uzorka pletiva od mješavine PES vlasastih vlakana i vlakana od nehrđajućeg čelika pokazuje mikroskopske razlike, sl.5. Izvorno očice imaju uspravan položaj (sl.5a) u relaksiranom stanju one se izvréu (naginju) i naslanjavaju na susjedne očice (sl.5b). Naginjanje, odnosno iskošenje (na desnu ili na lijevu stranu) nije u korelaciji s orijentacijom pletenja odgovarajućeg reda očica, zakretanje pređe je uvijek isto i ono ne može definirati smjer iskošenja. Uspoređujući skenirane slike uzorka pletiva od mješavine PES vlasastih vlakana i vlakana od nehrđajućeg čelika nakon 1. i 50. ciklusa pranja (koje ovdje nisu prikazane)

može se uočiti da se područje relaksiranih očica povećava i dimenzijski i brojčano s povećanjem brojeva ciklusa pranja. Sličan efekt (iako manje izražen) uočava se i kod uzorka pletiva od PES pređa od vlasastog vlakna, dok je gotovo nevidljiv kod uzorka od teksturirane PES filamentne pređe. Ove spoznaje mogu biti povezane s većom gustoćom očica kod pletiva od teksturirane PES filamentne pređe, koja, uz dodatno povećanje trenja, sprječava mogućnost dijagonalnog pomaka očica.

#### 4. Rasprava

Oblik krivulja relaksacije prikazanih na sl.1-3 je heterogen. Neke krivulje odgovaraju logaritamskom ponašanju, dok se druge vjerojatno mogu bolje opisati dvjema eksponencionalnim funkcijama s različitim ovisnostima o broju ciklusa pranja. Oba matematička opisa nisu nepoznata u fizikalnim procesima.

Npr. neki procesi relaksacije kao relaksacija nuklearnih spinova u uređajima za pretragu nuklearnom magnetskom rezonancijom (NMR) su poznati po tome što uključuju dva odvojena eksponencijalna procesa relaksacije s različitim vremenskim konstantama. Slično tome matematička funkcija može bolje opisati relaksaciju duljeg uzorka (npr. duljina 80 redova) s velikim prvim povećanjem dimenzija, a nakon toga (nakon prvih nekoliko ciklusa pranja) slijedi gotovo linearno blago povećanje.

S druge strane, neki procesi relaksacije u fizici i drugim granama znanosti mogu se adekvatno opisati istegnutom eksponencijalnom funkcijom  $\exp(-(t/\tau)^\beta)$  s eksponentom istezanja  $\beta$  i konstantom vremena  $\tau$  [16]. Istegnuta eksponencijalna funkcija  $[1 - \exp(-(t/\tau)^\beta)]$  sa  $\beta < 1$  može izgledati slično logaritamskoj funkciji. Radi isključenja velikih pogrešaka, trebalo bi provesti istraživanja s više od 50 ciklusa pranja kako bi se definitivno razabrala oba matematička opisa. Ipak, iako se eksponencionalne i logaritamske krivulje mogu slično obliko-

vati za prvih 50 ili više ciklusa pranja, razlike među njima nisu samo teoretske prirode. Dok eksponencijalna funkcija ima granice koje ne mogu biti prijeđene, logaritamska funkcija može rasti bez limita. Zbog toga je pronalažak ispravnog matematičkog opisa jednak mogućnosti odlučivanja da li je proces relaksacije pletenih materijala u završnom stanju ili nije  $\Sigma$  a što je vrlo važno za pletače i inženjere tekstilne tehnologije.

U želji da se opišu izazovi u pronalasku odgovora na ovo pitanje u sljedećim istraživanjima provest će se Ising simulacija [17] koja uključuje istraživanje trenja vlakno-vlakno, elastičnog modula, čvrstoće na savijanje pređe i pletiva. Svaki pojedini ciklus povezat će se simulacijskom fazom, u kojoj će se svaka očica moći relaksirati uz određenu vjerojatnost ako slučajna vanjska energija uslijed pranja na tom položaju prijeđe energiju petlje uslijed trenja između vlakana i napetosti pređe. Parametri modela će se moći dopuniti eksperimentalnim rezultatima i omogućiti predviđanje sustava nakon više od 50 simulacijskih ciklusa. Stabilnost ovih predviđanja u skladu s malim promjenama parametara modela mogu se upotrijebiti kao indikator razine pouzdanoosti simulacije. Ovaj teoretski pristup pomoći će u razumijevanju kompleksnog procesa relaksacije u pletivima.

## 5. Zaključak

U radu je istražen proces relaksacije dvostranih desnih pletiva, odnosno desno-desnih kulirnih pletiva od mješavine PES pređe od vlasastih vlakana i 20% vlakana od nehrđajućeg čelika, od 100% PES pređe od vlasastih vlakana pređe od 100% PES teksturiranih filamentnih vlakana tijekom 50 ciklusa pranja. Različiti oblici relaksacijskih krivulja dobiveni su u ovisnosti o veličini ispitivanih uzoraka.

Relaksacija uzorka pletiva od teksturirane PES filamentne pređe znatno je manja od pletiva od PES pređa od vlasastih vlakana. Prema dobivenim rezultatima u ovom radu može se reći da process relaksacije nije završen nakon 50 ciklusa pranja za sve ispitivane dimenzije pletiva. Dodatno, analizom mikroskopskih slika uzorka pletiva koje sadržavaju vlakna od nehrđajućeg čelika uočena je povezanost relaksacije s naginjanjem očica u području povećanja uzorka.  
(Prevela A. Vinčić)

*Rad je dijelom nastao uz potporu iz projekta Internal Project Funding of Niederrhein University of Applied Sciences*

## Literatura:

- [1] Emirhanova N., Y. Kavusturan: Effects of Knit Structure on the Dimensional and Physical Properties of Winter Outerwear Knitted Fabrics, Fibres & Textiles in Eastern Europe 16 (2008) 2, 69-74
- [2] Amreeva G., A. Kurbak: Experimental studies on the dimensional properties of half Milano and Milano rib fabrics, Text. Res. J. 77 (2007) 3, 151-160
- [3] Ucar N., H.C. Karakas: Effect of lyocell blend yarn and pile type on the properties of pile loop knit fabrics, Text. Res. J., 75 (2005) 4, 352-356
- [4] Mangovska B., G. Demboski, I. Jordanov: Structural characteristics of cotton knitted fabrics after enzymatic and alkaline scouring, Bulletin of the Chemists and Technologists of Macedonia 23 (2004) 1, 19-28
- [5] Mikučionienė D., G. Laureckienė: The Influence of Drying Conditions on Dimensional Stability of Cotton Weft Knitted Fabrics, Materials Science 15 (2009) 1, 64-68
- [6] Quaynor L., M. Takahashi, M. Nakajima: Effects of laundering on the surface properties and dimensional stability of plain knitted fabrics, Text. Res. J., 70 (2000) 1, 28-35
- [7] Quaynor L., M. Nakajima, M. Takahashi: Dimensional changes in knitted silk and cotton fabrics with laundering, Text. Res. J., 69 (1999) 4, 285-291
- [8] Pavko Čuden A., Y. Angelova, A. Hladnik: Influence of process and structural parameters of elasticised knitted fabrics on loop length, Tekstil 60 (2011.) 2/3, 57-64
- [9] Quaynor L., M. Takahashi, M. Nakajima: Effects of Laundering on Bending Properties of Plain-Knitted Fabrics, J. Text. Mach. Soc. Japan (English Ed.), 44 (1998) 4, 74-77
- [10] Knapton J.J.F., F.J. Ahrens, W.W. Ingenthron, W. Fong: The Dimensional Properties of Knitted Wool Fabrics, Text. Res. J. 38 (1968) 10, 999-1012
- [11] Chen Q.H., K. F. Au, C. W. M. Yuen, K. W. Yeung: Dimensional stability of plain wool knits, Textile Asia 31 (2000) 8, 51-57
- [12] Postle R.: Dimensional Stability of plain-knitted fabrics, J. Textile Inst., 59 (1968.) 2, 65-77
- [13] Perepelkin K.E., M. N. Belonogova, N.A. Smirnova: Determination of shrinkage of textiles made of chemical and flax fibres by different methods, Fibre Chemistry, 29 (1997.) 3, 200-205
- [14] Knapton J.J.F., E.V. Truter, A.K. M.A. Aziz: The geometry, dimensional properties, and stabilization of the cotton plain-jersey structure, J. Textile Inst., 66 (1975) 12, 413-419
- [15] Ehrmann A. née Tillmanns, F. Heimlich, A. Brückner, M. O. Weber, T. Blachowicz: Experimental Investigation of the Washing Relaxation of Knitted Fabrics from Polyester Yarn with Stainless Steel Fibres, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 20 (2012) 1, 90-93
- [16] Wuttke J.: Fourier Transform of the Stretched Exponential Function: Analytical Error Estimates, Double Exponential Transform, and Open-Source Implementation libkww., <http://arxiv.org/abs/0911.4796>, 2009.
- [17] Lukas D., E. Glazyrina, N. Pan: Computer simulation of liquid wetting dynamics in fiber structure using Ising's model, J. Textile Inst., 88 (1997) 2, 149-161

## SUMMARY

### Influence of the sample dimension and yarn type on the washing relaxation process of knitted fabrics

*A. Ehrmann<sup>1</sup>, T. Blachowicz<sup>2</sup>, F. Heimlich<sup>1</sup>, A. Brückner<sup>1</sup>, M.O. Weber<sup>1</sup>*

While tailoring a garment or a technical textile, relaxation processes of a knitted fabric after production have to be taken into account. Such dimensional changes can occur during a long time of dry relaxation, during wet relaxation, or during washing relaxation, the latter having the strongest influence on a fabric. Besides fabric construction and yarn material, the dimensions of a knitted fabric also strongly influence the relaxation process. This paper shows a detailed analysis of the first 50 washing cycles for different fabric dimensions and yarn parameters, comparing conventional yarns and a conductive yarn used in sensory technologies. Stitch width in different locations in fabric samples were considered for analyzing the relaxation behavior.

**Key words:** washing relaxation, knitted fabric, stainless steel staple fibre yarn, polyester yarn, dimensions, structural properties

<sup>1</sup>*FTB, Niederrhein University of Applied Sciences  
Mönchengladbach, Germany*

<sup>2</sup>*Institute of Physics, Silesian University of Technology  
Gliwice, Poland*

*e-mail: andrea.ehrmann@hsnr.de*

*Received March 4, 2014*

### Einfluss von der Probendimension und des Garns auf den Relaxierungsprozess beim Waschen von Maschenwaren

Beim Zuschneiden von Kleidung oder technischen Textilien sollte der Prozess der Relaxierung der Maschenware nach der Herstellung berücksichtigt werden. Sehr große Dimensionsänderungen können über einen langen Zeitraum der Relaxierung im trockenen Zustand, der Relaxierung im nassen Zustand oder der Relaxierung beim Waschen auftreten. Relaxierung im Waschprozess kann einen sehr grossen Einfluss auf die Maschenware haben. Darüber hinaus können der Aufbau der Maschenware, die Garnart und die Maschenwarendimension einen wesentlichen Einfluss auf den Relaxierungsprozess haben. Dieser Beitrag stellt eine detaillierte Untersuchung der ersten 50 Waschzyklen von Proben verschiedener Größen aus verschiedenen Garnarten dar. Die Eigenschaften konventioneller und leitfähiger Garne, die zur Herstellung von Sensoren benutzt werden, werden verglichen. Um das Verhalten während der Relaxierung zu analysieren, wurde die Maschenbreite auf verschiedenen Stellen der Proben betrachtet.

## Influence of the sample dimension and yarn type on the washing relaxation process of knitted fabrics

**Andrea Ehrmann, PhD<sup>1</sup>**

**Prof. Tomasz Blachowicz, PhD<sup>2</sup>**

**Frank Heimlich<sup>1</sup>**

**Andrea Brücke, Dipl.-Ing.<sup>1</sup>**

**Prof. Marcus O. Weber, PhD<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>FTB, Niederrhein University of Applied Sciences

Mönchengladbach, Germany

<sup>2</sup>Institute of Physics, Silesian University of Technology

Gliwice, Poland

e-mail: andrea.ehrmann@hsnr.de

Received March 4, 2014

UDK 677.017.2:677.075

Original scientific paper

*While tailoring a garment or a technical textile, relaxation processes of a knitted fabric after production have to be taken into account. Such dimensional changes can occur during a long time of dry relaxation, during wet relaxation, or during washing relaxation, the latter having the strongest influence on a fabric. Besides fabric construction and yarn material, the dimensions of a knitted fabric also strongly influence the relaxation process. This paper shows a detailed analysis of the first 50 washing cycles for different fabric dimensions and yarn parameters, comparing conventional yarns and a conductive yarn used in sensory technologies. Stitch width in different locations in fabric samples were considered for analyzing the relaxation behavior.*

**Key words:** washing relaxation, knitted fabric, stainless steel fibre yarn, polyester yarn, dimensions, structural properties

### 1. Introduction

In the knitting process, the yarn is forced into an unrelaxed state  $\Sigma$  it is being bent and strained. Relaxation of a single stitch into a relaxed state is prevented by the neighboring stitches which act in a similar manner. The whole system aims at minimizing its energy. This process leads to local energy minima, while the absolute energy minimum, i.e. the fully relaxed state, is blocked by energy barriers. These barriers can be overcome by spontaneous fluctuations or by supplying energy from outside.

The relaxation process starts directly after the knitted fabric has been taken out of the machine. While even dry relaxation leads to a significant dimensional change (especially in the first hours after the knitting process), wet relaxation leads to a more relaxed state. By immersing the fabric in water for some time, the yarn-yarn friction in the fabric is reduced, resulting in decreased energy barriers. In a washing process, however, the combination of further reduced friction due to the washing detergent and mechanical energy supplied to the

fabric enables even stronger relaxation.

Despite the strong influence of washing relaxation on the dimensions of a knitted fabric, only a few examinations of up to maximum 10 washing cycles have been reported in literature. The dimensional changes have been reported, e.g., for different structures of 80 % lambs wool and 20 % polyamide [1] and especially for Milano rib and half Milano rib [2] for 1 washing cycle only. A lyocell blend has been reported to enhance washing shrinkage during 5 washing cycles

[3], while cotton fabrics have been examined during 5 laundry cycles after enzymatic and alkaline scouring [4] and after 6 laundry cycles [5]. Plain knitted fabrics of silk, cotton, and polyester with varying cover factors [6] have been investigated as well as single jersey and 1x1 rib silk and cotton fabrics [7], each during 10 laundry cycles each. The relaxation procedure of conventional non-elastized and elasticized basic single and double weft knitted structures has recently been described for 5 washing and tumble drying cycles [8].

These small numbers of washing cycles are motivated by other examinations claiming the fully relaxed state to be reached after a few washing cycles. Silk knitted fabrics, e.g., have been found to be fully relaxed after 1 [7] or after 10 [9] laundry cycles. Similarly, wool knitted fabrics are reported to reach a fully relaxed state after 1 cycle of wetting-out, briefly hydro-extracting to remove excess water, and tumble-drying for 1 hour [10], or after 10 washing and tumble dry cycles [11]. For a wide range of natural and synthetic fibers, a combination of high temperature and wet treatment has been found to lead to full relaxation [12].

The idea of a fully relaxed state being reached after a few washing cycles is correlated with the theoretical description of the dimensional change using an exponential curve [13,14]. Measurements of the fabric width during 100 laundry cycles, however, have shown that the relaxation process can in certain cases also be described by a logarithmic function [15], which is not consistent with a fully relaxed state  $\Sigma$  i.e. the absolute energy minimum  $\Sigma$  that could ever be reached.

While a recent examination has also proven the strong influence of the sample dimensions on the relaxation behavior of a knitted fabric [15], most of the cited papers do not even mention the size of the samples under examination.

This paper analyzes the influence of fabric height and width on the relaxation process during 50 washing cycles for three different yarns and examines in which cases the knitted fabric can be regarded as fully relaxed after this amount of washing cycles, in order to determine which mathematical description should be used for which combinations of structure and material.

## 2. Experimental

The double face fabrics used in this study have been produced on a flat knitting machine CMS-302 TC by Stoll. The fabrics consist of three different yarns: the conductive staple fibre yarn "S-Shield" (3 x Nm 50/2) made by Schoeller, Bregenz (Austria), which contains 20 % of thin stainless steel fibres and 80 % polyester (PES) fibres and which has also been used in a previous examination [15]; a PES staple fibre yarn (3 x Nm 50/2); and a textured PES filament yarn (4 x dtex 150 \* 2). All three yarns have the same linear density and have been knitted with the same machine parameters (take-down, machine speed, yarn tension etc.) to enhance comparability.

With this combination, we can examine the difference between staple fibre yarn and filament yarn as well as the influence of the additional conductive stainless steel fibres.

For each series of measurements, a small ensemble of 5 nominally identical samples has been examined in order to reduce the influence of random variations. Measurements of the fabric width were conducted in the middle of the fabric height in order to avoid edge effects. The first measurement, referred to as "0 washing cycles", has been taken ( $23 \pm 3$ ) hours after taking the sample out of the machine. Measurements of the fabric height are not shown here since the relaxation effects are too small and correspondingly too error-prone.

Washing cycles have been performed in a household washing machine with

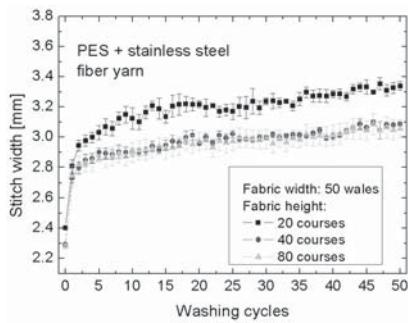
heavy-duty detergent at 40 °C and subsequent spin cycle at 1200 min<sup>-1</sup>. For drying, the samples were spread on a flat, smooth surface for ( $20 \pm 2$ ) hours at room temperature.

## 3. Results

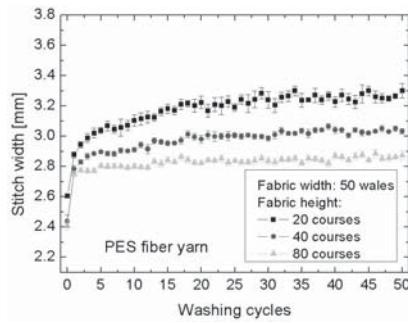
Fig.1 shows the stitch widths, measured after 0-50 washing cycles, in samples produced of PES staple fibre yarn with 20 % stainless steel, for different fabric widths and heights. For this material, earlier experiments have shown that in broad, flat samples no fully relaxed state exists for up to 100 washing cycles, correlated with logarithmic behaviour. For approximately square samples, however, the slope of the curve could not be identified as logarithmic, while a fully relaxed state was nevertheless not reached [15].

The recent, more detailed analysis allows for a deeper insight into the influences of fabric height and widths on the relaxation process. In each graph of Fig.1 we can see that the shortest samples (20 courses) start with the largest stitch width and also show the largest stitch width after 50 washing cycles. It should be mentioned that the absolute increase in stitch width is not definitively correlated with the shortest samples (Fig.1c). While the stitch width after 50 washing cycles grows with increasing fabric width, the stitch widths before washing do not show such a clear trend. This inconsistent behaviour may be attributed to slightly different times of dry relaxation between the end of the knitting process and the beginning of the measurements.

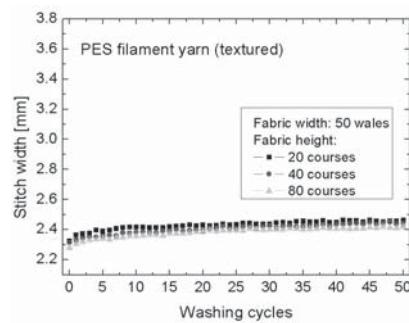
Comparing the curves, it can be recognized that the "rounder" slopes are correlated with lower fabric heights, while the higher samples show a sharper bend after the first washing cycle and an approximately linear correlation between stitch width and number of washing cycles after the first few laundry cycles. Apparently, a mathematical description which is



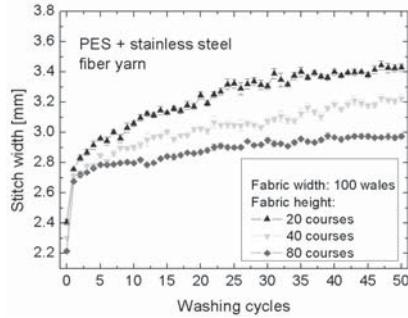
a)



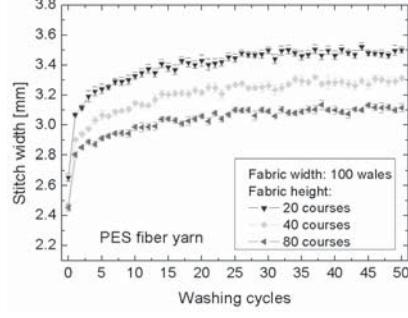
a)



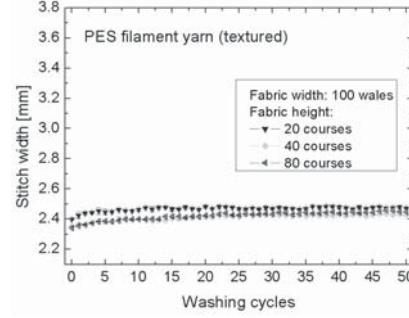
a)



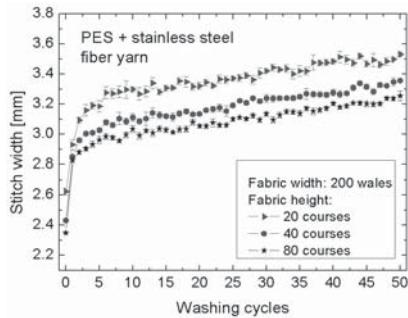
b)



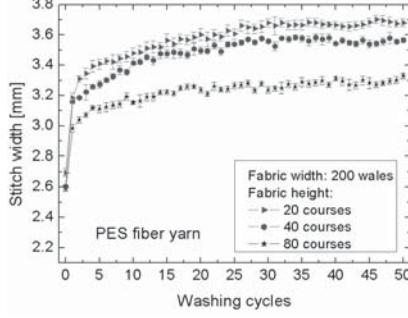
b)



b)



c)



c)

Fig. 1 Stitch widths, measured after 0-50 washing cycles, for PES and stainless steel staple fibre yarn fabrics with: a) widths 50 wales, b) 100 wales, and c) 200 wales for different numbers of knitted courses

Fig. 2 Stitch widths, measured after 0-50 washing cycles, for PES staple fibre yarn fabrics with: a) widths 50 wales, b) 100 wales, and c) 200 wales for different numbers of knitted courses.

Fig. 3 Stitch widths, measured after 0-50 washing cycles, for textured PES filament yarn fabrics with: a) widths 50 wales, b) 100 wales, and c) 200 wales for different numbers of knitted courses

valid for all fabric dimensions could, e.g., include a logarithmic as well as a linear term.

To examine the influence of the stainless steel fibres in the first sample series, Fig. 2 depicts the respective measurements on samples produced from PES staple fibre yarn *without* stainless steel. The basic findings described above can be found here, too: The shortest samples start and end with the largest stitch widths; the stitch width after 50 washing cycles grows with increasing fabric width; and the "rounder" slopes are corre-

lated with lower fabric heights. As already stated in a previous publication [15], the additional stainless steel fraction does not qualitatively change the relaxation processes of the knitted fabrics.

In comparison with the experimental results of the two different staple fibre yarns, the textured filament yarn directly after knitting shows similar stitch widths (Fig. 3). The values after 50 washing cycles, however, are significantly smaller than those measured in the staple fibre yarn samples. This finding can be attributed to the

texture of the yarn which enhances the yarn-yarn friction and thus diminishes the possibilities of overcoming energy barriers. On the other hand, staple fibre yarns are  $\Sigma$  opposite to filament yarns  $\Sigma$  known to lose weight during washing, by losing either fibre ends or whole fibres which are drawn out of the fabric. This effect might slacken the knitted fabric and thus lower the friction-induced energy barriers, resulting in increased relaxation.

However, even the textured PES filament yarns lead to relaxation proce-

ses which do not stop after 10 or even less washing cycles.

In order to find an adequate description for the systems under examina-

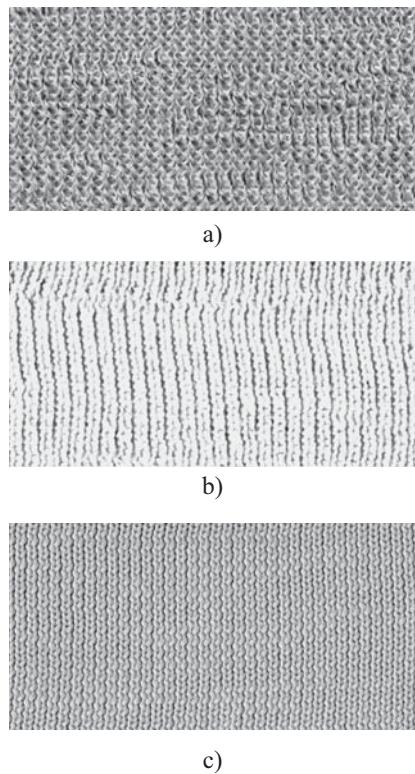


Fig.4 Scans of samples with width 100 wales and height 20 courses after 50 washing cycles for: a) PES and stainless steel staple fibre yarn, b) PES staple fibre yarn, and c) textured PES filament yarn

tion, Fig.4 shows a macroscopic picture of the three samples. Especially the fabric produced from PES and stainless steel staple fibre yarn (upper panel) shows areas with apparently differing stitches. In some parts, the stitches look flat and two-dimensional, while in other parts, the original clear and three-dimensional stitch structure is still evident.

This effect is also detectable in the other two pictures; however, it is most pronounced in the sample including stainless steel fibres, probably due to a shape memory effect of the metal which retains effects of forces during washing on the fabric.

A closer look at the stitches in the different areas of the fabric from PES and stainless steel staple fibre yarn reveals the microscopic differences

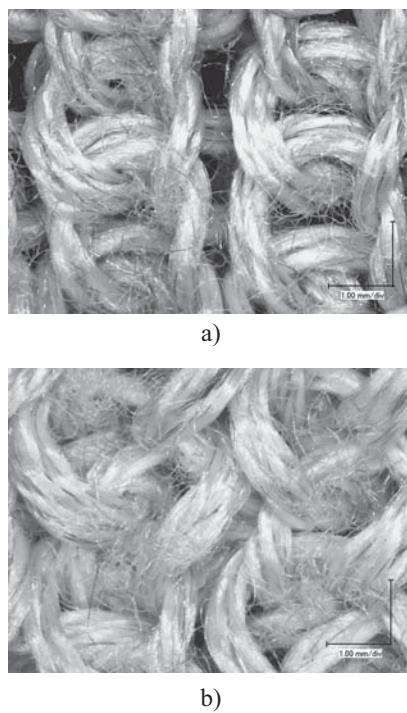


Fig.5 Microscopic pictures of different stitches after 50 washing cycles for PES and stainless steel staple fibre yarn: a) originally-shaped stitches and b) relaxed stitches

(Fig. 5): While the stitches originally have an upright position (upper panel), they are strongly tilted to alternating sides in the relaxed state (lower panel). The tilting orientation (to the left or to the right side) does not show a correlation with the knitting direction of the respective course; the yarn torque is always identical and thus can neither define the tilting orientation. Comparing scans of the PES and stainless steel knitted fabrics after the 1<sup>st</sup> and the 50<sup>th</sup> washing cycle (not shown here), it can be recognized that the areas with the relaxed stitches grow in dimension and number with increasing numbers of washing cycles. This effect can similarly (although less pronounced) be found in the fabrics produced from pure PES staple fibre yarn, while it is nearly invisible in the textured PES filament yarn fabrics. This finding may be attributed to the denser stitches in the latter sample which  $\sum$  additional to the increased friction  $\Sigma$  suppress the possibility of a diagonal shift in the stitches.

#### 4. Discussion

The shape of the relaxation curves depicted in Figs. 1-3 is heterogeneous. Some of the curves fit to a logarithmic behaviour, others can probably be better described by two exponential functions with different dependencies on the number of washing cycles. Both mathematical descriptions are not unknown in physical processes.

For example, some relaxation processes like relaxation of a spin ensemble sensed by Nuclear Magnetic Resonance (NMR) are known to include two separate exponential relaxation processes with two different time constants. Similarly, such a mathematical function could describe better the relaxation of the higher fabrics (i.e. 80 courses) with the strong first dimensional increase followed by an almost linear slight increase after the first few washing cycles.

On the other hand, some relaxation processes in physics and other sciences can be adequately described by the stretched exponential function  $\exp(-(t/\tau)^\beta)$  with the stretching exponent  $\beta$  and the time constant  $\tau$  [16]. A stretched exponential function  $[1 - \exp(-(t/\tau)^\beta)]$  with  $\beta < 1$  can look similar to the logarithmic function. Due to the large error bars, more than the 50 washing cycles depicted in this paper would be necessary to distinguish definitely between both mathematical descriptions. Nevertheless, although exponential and logarithmic curves can be shaped similarly for the first 50 or more washing cycles, the difference between them is not only of academic nature: While an exponential function has a boundary which will not be crossed, a logarithmic function can grow without limits. Thus, finding the correct mathematical description is identical with the possibility to decide whether the relaxation process of a knitted fabric has a final state or not  $\Sigma$  which is also important to know for knitters and textile engineers.

Due to the described challenges in finding the answer to this question by further experiments, the next step will be to perform an Ising simulation [17] which includes yarn-yarn friction, elastic moduli, bending stiffness of the yarn and the knitted structure. Each washing cycle corresponds to one simulation step, in which each single stitch can relax with a certain probability if the randomized external energy due to washing at this position exceeds the node energy due to yarn-yarn friction and tensions in the yarn. The model parameters can be fitted to the experimental results and allow for predictions of the systems after more than 50 simulation cycles. The stability of these predictions according to small changes in the model parameters can be used as an indicator for the confidence level of the simulation. This theoretical approach will help to understand the complex relaxation process in knitted fabrics.

## 5. Conclusions

The washing relaxation process of double face fabrics from polyester staple fibre yarn with 20 % stainless steel fibres, pure polyester staple fibre yarn and textured polyester filament yarn has been experimentally examined during the first 50 washing cycles. Depending on the sample dimension, different shapes of the relaxation curves have been observed. Samples from textured filament yarn have been shown to relax significantly less than staple fibre yarn samples. For the latter, our experiments could prove that the relaxation process is not finished after 50 washing cycles for all fabric dimensions. Additionally, microscopic examinations of the samples containing stainless steel fibres depicted that the relaxation in these double face fabrics is correlated

with a tilting of the stitches in growing areas of the fabric.

*Acknowledgment:* This work was partly supported by the Internal Project Funding of Niederrhein University of Applied Sciences

## References:

- [1] Emirhanova N., Y. Kavusturan: Effects of Knit Structure on the Dimensional and Physical Properties of Winter Outerwear Knitted Fabrics, *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 16 (2008) 2, 69-74
- [2] Amreeva G., A. Kurbak: Experimental studies on the dimensional properties of half Milano and Milano rib fabrics, *Text. Res. J.* 77 (2007) 3, 151-160
- [3] Ucar N., H.C. Karakas: Effect of lyocell blend yarn and pile type on the properties of pile loop knit fabrics, *Text. Res. J.*, 75 (2005) 4, 352-356
- [4] Mangovska B., G. Demboski, I. Jordanov: Structural characteristics of cotton knitted fabrics after enzymatic and alkaline scouring, *Bulletin of the Chemists and Technologists of Macedonia* 23 (2004) 1, 19-28
- [5] Mikučionienė D., G. Laureckienė: The Influence of Drying Conditions on Dimensional Stability of Cotton Weft Knitted Fabrics, *Materials Science* 15 (2009) 1, 64-68
- [6] Quaynor L., M. Takahashi, M. Nakajima: Effects of laundering on the surface properties and dimensional stability of plain knitted fabrics, *Text. Res. J.*, 70 (2000) 1, 28-35
- [7] Quaynor L., M. Nakajima, M. Takahashi: Dimensional changes in knitted silk and cotton fabrics with laundering, *Text. Res. J.*, 69 (1999) 4, 285-291
- [8] Pavko Čuden A., Y. Angelova, A. Hladnik: Influence of process and structural parameters of elasticised knitted fabrics on loop length, *Tekstil* 60 (2011.) 2/3, 57-64
- [9] Quaynor L., M. Takahashi, M. Nakajima: Effects of Laundering on Bending Properties of Plain-Knitted Fabrics, *J. Text. Mach. Soc. Japan* (English Ed.), 44 (1998) 4, 74-77
- [10] Knapton J. J. F., F. J. Ahrens, W. W. Ingenthron, W. Fong: The Dimensional Properties of Knitted Wool Fabrics, *Text. Res. J.* 38 (1968) 10, 999-1012
- [11] Chen Q.H., K. F. Au, C. W. M. Yuen, K. W. Yeung: Dimensional stability of plain wool knits, *Textile Asia* 31 (2000) 8, 51-57
- [12] Postle R.: Dimensional Stability of plain-knitted fabrics, *J. Textile Inst.*, 59 (1968.) 2, 65-77
- [13] Perepelkin K.E., M. N. Belonogova, N.A. Smirnova: Determination of shrinkage of textiles made of chemical and flax fibres by different methods, *Fibre Chemistry*, 29 (1997.) 3, 200-205
- [14] Knapton J.J.F., E.V. Truter, A. K. M. A. Aziz: The geometry, dimensional properties, and stabilization of the cotton plain-jersey structure, *J. Textile Inst.*, 66 (1975) 12, 413-419
- [15] Ehrmann A. née Tillmanns, F. Heimlich, A. Brückner, M. O. Weber, T. Blachowicz: Experimental Investigation of the Washing Relaxation of Knitted Fabrics from Polyester Yarn with Stainless Steel Fibres, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 20 (2012) 1, 90-93
- [16] Wuttke J.: Fourier Transform of the Stretched Exponential Function: Analytical Error Estimates, Double Exponential Transform, and Open-Source Implementation libkww., <http://arxiv.org/abs/0911.4796>, 2009.
- [17] Lukas D., E. Glazyrina, N. Pan: Computer simulation of liquid wetting dynamics in fiber structure using Ising's model, *J. Textile Inst.*, 88 (1997) 2, 149-161

## Tekstilni otpad kao materijal za toplinsku izolaciju

Mr.sc. **Sonja Jordeva**, dipl.ing.<sup>1</sup>

Prof.dr.sc. **Elena Tomovska**, dipl.ing.<sup>2</sup>

Prof.dr.sc. **Dušan Trajković**, dipl.ing.<sup>3</sup>

Prof.dr.sc. **Koleta Zafirova**, dipl.ing.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tehnološko-tehnički fakultet Sveučilišta Goce Delčev

Štip, Makedonija

<sup>2</sup>Tehnološko-metalurški fakultet Sveučilišta Sv. Ćirila i Metodija

Skoplje, Makedonija

<sup>3</sup>Tehnološki fakultet Sveučilišta u Nišu, Tehnološki fakultet u Leskovcu

Leskovac, Srbija

e-mail: sonja.jordeva@ugd.edu.mk

Prispjelo 6.2.2014.

UDK 677.017.56:536.21

Izvorni znanstveni rad

*Toplinsko-izolacijski materijali omogućuju uštedu toplinske energije. Na europskim tržištima prevladavaju klasični izolacijski materijali (kamena vuna i polistiren), a nastojanja istraživača su usmjereni na poboljšanje njihove učinkovitosti i razvitak novih izolacijskih materijala i sustava. Njihova kvaliteta se ocjenjuje s obzirom na njihova fizikalna svojstva, utjecaj na okoliš i čovjeka, lakoću montiranja i cijene. U ovom radu dizajniran je materijal za toplinsku izolaciju krovne konstrukcije i unutarnje gips-kartonske pregrade od otpada od krojenja, i ispitana je njegova toplinska vodljivost ( $W/mK$ ). Rezultati pokazuju toplinsku vodljivost  $0,05198 - 0,06032 (W/mK)$ , koja se može usporediti s vrijednostima standardnih izolacijskih materijala i s izolacijskim materijalima od tekstila, odnosno tekstila u vlaknastom stanju.*

**Ključne riječi:** otpad od krojenja, izolacijski materijali, toplinska vodljivost, toplinska izolacija

### 1. Uvod

Energetska kriza, još od sredine sedamdesetih godina prošlog stoljeća, usmjerila je nastojanja prema konzervaciji i redukciji svakog oblika energije, a istraživanja prema pronaalaženju alternativnih izvora energije. U istraživanju mogućnosti uštede toplinske energije, velika pažnja se posvećuje poboljšanju učinkovitosti toplinsko-izolacijskih materijala i konstrukciji novih izolacijskih materijala. Istodobno, razvijaju se nove metode mjerjenja toplinskih parametara [1]. Na europskom tržištu prevladavaju

neorganski vlaknasti materijali, kamena i staklena vuna, i organski pjennasti materijali, ekspandirani i eks-trudirani polistiren, sa zastupljenosću prvoga 60 % i drugoga 27 %. Svi ostali materijali zajedno su zastupljeni s 13 % [2]. Kao alternativni materijali za toplinsku izolaciju koriste se vuna, pamuk, materijali za vakuumsku izolaciju i nano-izolacijski materijali [3]. Procjena izolacijskih materijala je problem koji se treba razmatrati s više aspekata: fizikalna svojstva materijala, njihov utjecaj na okoliš i čovjeka, lakoća montaže i cijena [2].

Ipak, najznačajnije svojstvo svakog izolacijskog materijala je koeficijent toplinske vodljivosti -  $\lambda$  ( $W/mK$ ). Većina klasičnih toplinsko-izolacijskih materijala imaju koeficijent toplinske vodljivosti od 0,030 do 0,045 ( $W/mK$ ) [3], ali u kategoriju termo-izolacijskih materijala ubrajaju se i drugi materijali s koeficijentom toplinske vodljivosti -  $\lambda$  manjim od 0,1 ( $W/mK$ ), kao što su pluta, ovčja vuna, slama [1, 4]. Kao sirovina za nove izolacijske materijale koristi se i reciklirani tekstilni otpad. Teoretski, 97 % tekstilnog otpada se može

reciklirati. Sve faze rekonstrukcije tekstilnog otpada u novi proizvod istodobno omogućuju očuvanje životnog okoliša i neobnovljivih prirodnih resursa. Recikliranje tekstilnog otpada, osim ekonomske, ima i ekološku komponentu, a zbog toga u posljednjim desetljećima postaje sve aktualnije [5, 6]. Kao prioritet za razvitak životnog okoliša u zemljama Evropske unije postaje stvaranje ekoloških proizvoda s umanjenom štetnošću za okoliš. Ekološko obilježavanje proizvoda u EU započelo je s usvajanjem regulative EEC br. 880/92 Savjeta EU u 1992. godini, koja je donesena sa svrhom motiviranja poslovnog sektora za stvaranje proizvoda koji bi se uklopili u shemu ekoloških proizvoda [7]. Zbog toga se u nekoliko prethodnih desetljeća ulažu naporci za proizvodnju ekoloških izolacijskih materijala, u koje se ubrajaju i izolacijski materijali dobiveni od recikliranog tekstila. Inno-Therm, tvrtka iz Velike Britanije, proizvodi izolaciju od recikliranog industrijskog pamučnog materijala (denima) koja je sigurna i ekološki čista izolacija. Materijal je obrađen za zaštitu od gorenja [8]. Francuska tvrtka za recikliranje „Le Relais“, koja godišnje prikupi 45 000 t korištenog tekstila, razvila je proizvod za toplinsku izolaciju nazvan Mettise. On je sastavljen od 70 % pamuka, 15 % vune/akrilra i 15 % vezivnog poliestereta. Materijal je obrađen tj. zaštićen od gljivica i insekata [9]. U Španjolskoj su eksperimentalno proizvedeni izolacijski materijali u obliku panela dimenzija 200x200x5 mm, od poliesterskog otpada koji ostaje nakon krojenja materijala za donje rublje tvrtke „Selmark“, postupkom taljenja na zagrijanoj ploči na 190 °C pod konstantnim tlakom u trajanju od 15 min. Priprema materijala obuhvaća njegovo usitnjavanje (rezanje uz pomoć sita) u dimenzijama od 4 mm. Paneli su izrađeni s različitim gustoćama. Vrijednost toplinske vodljivosti ovih panela kreće se od 0,041 do 0,053 W/mK [10]. Iz navedenog je vidljivo da korištenje tekstilnog otpada već ima svoju

komercijalnu primjenu kao izolacijski materijal. U tu svrhu se koriste samo otpaci pogodni za mehaničko recikliranje. To je denim tkanina za džins, koja uobičajeno ima površinsku masu od 200 do 400 g/m<sup>2</sup>, a najčešće je od grube pamučne prede (60-100 tex), koja se lakše može razvlakniti. Pletiva se zbog njihove često rijetke strukture vrlo lako recikliraju mehaničkim postupkom. U odnosu na pletiva, tkanine se teže traga, upravo zbog njihove kompaktne strukture. Primjenom veće mehaničke snage kod PES tkanina može doći i do njihovog taljenja. S obzirom na porast potrošnje PES tkanina, ideja je da se otpaci pri krojenju PES tkanina koriste za toplinsku izolaciju u usitnjrenom, a ne u vlknastom stanju.

U radu je dizajniran novi izolacijski materijal od tekstilnog otpada nakon krojenja poliesterskih tkanina i ispitana je njegova toplinska izolacija. Cilj ovog rada je utvrđivanje razlike u toplinskoj izolaciji između reciklirane toplinsko-izolacijske strukture dobivene od tekstila u vlknastom stanju te reciklirane toplinsko-izolacijske strukture dobivene usitnjavanjem otpada od krojenja poliesterske (PES) tkanine.

## 2. Eksperimentalni dio

### 2.1. Materijali

Za izradu izolacijske strukture korištena je PES tkanina različite površinske mase i strukture. Usitnjavanje PES tkanine je izvedeno na stroju za rezanje s rotacijskim noževima. Tkanina A, s jedne strane te C i D, s dru-

ge, razlikuju se u strukturnim značajkama. Tkanina D razlikuje se u odnosu na A i C i svojim sirovinskim sastavom, jer sadrži 5 % Lycra® vlakana. Značajke korištenih tkanina prikazane su u tab.1.

Uzorak B korišten je za usporedbu. Izrađen je od PES pletiva djelomično u vlknastom stanju a služi kao materijal za punjenje navlaka od netkanog tekstila sirovinskog sastava 100 % polipropilen. Dobiveni uzorci imaju duljinu i širinu (60x60 cm) i visinu (debljinu) od 50, 70 i 100 mm. Pri projektiranju strukture upotrebljene su komercijalne debljine 50, 70 i 100 mm Tervola®, koji se koristi za unutarnju izolaciju u građevini. Uzorci su pripremljeni za ispitivanje tako da je projektirana gustoća od 115 kg/m<sup>3</sup>, a volumen uzorka je bio unaprijed određen - prema dimenzijama netkanog tekstila. Zbog toga se uzmala određena masa tekstilnog otpada, tab.1. U procesu fiksiranja izolacijske strukture provelo se prošivanje, s 4 prošiva po duljini i širini s razmakom od 15 cm (sl.1), pri čemu nastaje promjena visine, a time i promjena gustoće. Načinjeno je 10 uzoraka s različitim načinima pripreme materijala, tab.2.

Debljina uzorka -  $h$ , a time i gustoća -  $\rho$  se nakon prošivanja mijenja, različno kod različitih uzoraka, ovisno o materijalu za punjenje i njegovoj prethodnoj pripremi, tab.3. S promjenom debljine dolazi do promjene volumena a time i gustoće uzorka koja pretstavlja odnos mase materijala i volumena uzorka, tab.3.

Tab.1 Strukturne značajke korištenih tkanina

Tkanina	A	C	D
Debljina (mm)	0,16	1,2	1,6
Cv (%)	2,17	1,80	1,38
Površinska masa (g/m <sup>2</sup> ) Cv (%)	92 3,13	245 1,16	272 1,38
Gustoća tkanine po osnovi (cm <sup>-1</sup> )	74	37	44
Gustoća tkanine po potki (cm <sup>-1</sup> )	45	25	28
Finoća osnove (tex)	7,4	36	36
Finoća potke (tex)	7,4	36	36

Tab.2 Značajke i način pripreme ispitivanih uzoraka za toplinsku izolaciju

Oznaka uzorka	Tip materijala	Sirovinski sastav (%)	Priprema materijala	Količina materijala (kg)	Dimenzije netkanog tekstila (cm)
A <sub>1</sub>	konfekcijski otpad	PES	djelomično rezan, komadi nepravilnog oblika	2,070	60x60x5
A <sub>2</sub>	konfekcijski otpad	PES	sitno rezan, komadi nepravilnog oblika	2,070	60x60x5
A <sub>3</sub>	konfekcijski otpad	PES	u izvornom obliku, bez pripreme	2,898	60x60x7
A <sub>4</sub>	konfekcijski otpad	PES	u izvornom obliku, bez pripreme	4,140	60x60x10
B	djelomično razvlaknjeno pletivo	70/25/5 PES/pamuk/Lycra®	mehaničko recikliranje, razvlaknjivanje	2,070	60x60x5
C <sub>1</sub>	konfekcijski otpad	PES	rezan, komadi prosječnih dimenzija 6x4cm	2,070	60x60x5
C <sub>2</sub>	konfekcijski otpad	PES	rezan, komadi prosječnih dimenzija 8x4cm	2,070	60x60x5
D	konfekcijski otpad	95/5 PES/Lycra®	rezan, komadi prosječnih dimenzija 8x4cm	2,070	60x60x5
ABC	konfekcijski otpad-tkanina A djelomično razvlaknjeno pletivo B konfekcijski otpad-tkanina C		A- rezan, komadi nepravilnog oblika B- djelomično razvlaknjeno pletivo C- rezan, komadi srednjih dimenzija 6x4cm	0,690 0,690 0,690 $\Sigma=2,070$	60x60x5
ABD	konfekcijski otpad-tkanina A djelomično razvlaknjeno pletivo B konfekcijski otpad - tkanina D		A- rezan, komadi nepravilnog oblika B- djelomično razvlaknjeno pletivo D- rezan, komadi prosječnih dimenzija 8x4cm	0,690 0,690 0,690 $\Sigma=2,070$	60x60x5

## 2.2. Određivanje toplinske izolacije

Da bi se izmjerio koeficijent toplinske vodljivosti -  $\lambda$  korišten je instrument Heat flow meter FOX600, proizvod tvrtke Lasercomp. Instrument radi po standardima ASTM C518, ISO 8301 i koristi računalni program WinTherm 32 Version 2.30.21 (sl.2). Načelo rada Heat flow metra FOX600 temelji se na jednodimenzionalnom Fourierovom zakonu (1), gdje je:

$$q = -\lambda \left( \frac{dT}{dx} \right) \quad (1)$$

$q$  - toplinski fluks koji prolazi kroz uzorak ( $\text{W/m}^2$ ),  
 $dT/dx$  - temperaturni gradijent kroz ravnu površinu,  
 $\lambda$  - koeficijent toplinske vodljivosti ( $\text{W/mK}$ ).

Uzorak se postavlja između dviju ploča s različitim temperaturama i pričeka se stabilizacija temperaturnog polja.

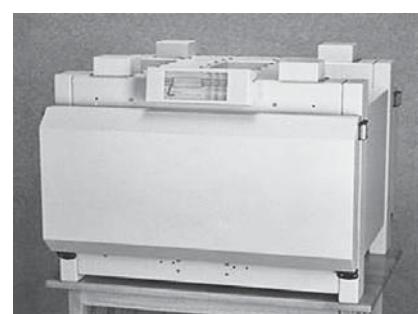
Instrument automatski mjeri debljinu uzorka, a temperaturni gradijent se određuje razlikom između temperatura tople i hladne ploče  $\Delta T = T_t - \sum T_h$  i debljine uzorka  $\Delta h$ , gdje je  $T_t$  temperatura tople ploče (K), a  $T_h$  temperatura hladne ploče (K). Pripe-

početka mjerjenja instrument se treba kalibrirati s uzorkom, koji ima poznatu toplinsku vodljivost. Električni signal iz pretvornika  $Q$  ( $\mu\text{V}$ ) je proporcionalan s toplinskim fluksom  $q$  (2):

$$q = \frac{\lambda_{cal}(T_{cal}) \Delta T_{cal}}{\Delta h_{cal}} = S_{cal}(T_{cal}) Q \quad (2)$$



Sl.1 Nova izolacijska struktura



Sl.2 Heat flow meter FOX600

Fizikalna svojstva pretvornika mijenjaju se s temperaturom te je zbog toga neophodno izvršiti kalibraciju instrumenta, čime se dobiva faktor kalibracije,  $Scal.$  Dimenzije ovog faktora su  $Wm^{-2}\mu V^{-1}$  ili  $Wm^{-2}mV^{-1}$ . Svaki od ovih dvaju pretvornika ima vlastitu temperaturu i zbog toga se javljaju dva kalibracijska faktora. Kalibracijski faktori ( $S_{cal}$ ,  $T_{cal}$ ) su značajke samog instrumenta. Oni se koriste za proračun toplinske vodljivosti -  $\lambda$  (3) dok traje mjerjenje:

$$\lambda_{test} = \frac{S_{cal}(T_{test})Q\Delta h}{T_{test}} \quad (3)$$

Svaka ploča ima svoju temperaturu. Kalibracijski faktori se trebaju proračunati za zadane temperature i time se dobivaju dvije vrijednosti za  $\lambda$ . Srednja vrijednost od dviju vrijednosti za toplinsku vodljivost  $\lambda$  je krajnji rezultat testa [11]. Na temelju izmjerene vrijednosti koeficijenta toplinske vodljivosti  $\lambda$  i jednadžbe (4) određuje se vrijednost toplinske izolacije uzorka  $R$  (4) [12].

$$R = \frac{h}{\lambda} \quad (m^2 K/W) \quad (4)$$

gdje je:  $h$  - debljina (m),  $\lambda$  - koeficijent toplinske vodljivosti (W/mK). Rezultati mjerjenja toplinske vodljivosti, vrijednosti toplinske izolacije te debljina i gustoća uzorka prikazani su u tab.3.

### 3. Rasprava

Istraživanje je provedeno u više smjepova. Osnovni cilj je utvrditi kakva je toplinska izolacija strukture sastavljene od isjeckanih komada tekstilnog otpada u odnosu na standardne izolacijske strukture (neorganska vlakna i pjenaste strukture), kao i u odnosu na izolaciju od tekstilnih struktura u obliku vlakana. Nadalje, istraživan je utjecaj stupnja usitnjjenosti tkanine, (rezanjem) njezine strukture i sadržaja elastana (Lycra®) na toplinsku izolaciju izolacijske strukture.

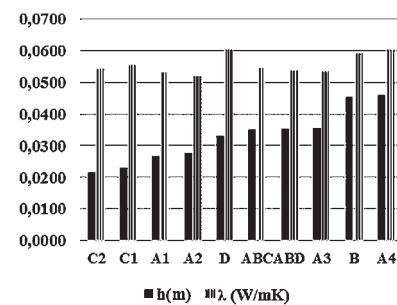
Izmjerene vrijednosti koeficijenta toplinske vodljivosti uzorka s različitom visinom i gustoćom su u grani-

Tab.3 Rezultati mjerjenja ispitivanih uzoraka - debljina -  $h$ , gustoća -  $\rho$ , toplinska vodljivost -  $\lambda$  i toplinska izolacija -  $R$  uzorka

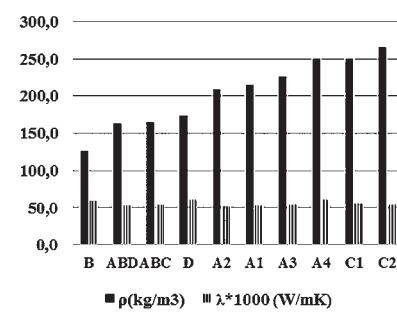
Uzorak	$h$ (mm)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\lambda$ (W/mK)	$R$ (m <sup>2</sup> /WK)	$R^*$ (m <sup>2</sup> /WK)
A <sub>1</sub>	26,5620	215,6	0,0529	0,5017	1,889
A <sub>2</sub>	27,6350	209,1	0,0520	0,5316	1,924
A <sub>3</sub>	35,5410	226,4	0,0546	0,6505	1,830
A <sub>4</sub>	45,9990	249,4	0,0601	0,7654	1,664
B	45,2370	127,0	0,0592	0,7641	1,689
C <sub>1</sub>	22,9550	249,4	0,0553	0,4151	1,808
C <sub>2</sub>	21,6150	265,4	0,0543	0,3981	1,842
D	33,0640	173,9	0,0603	0,5483	1,658
ABC	34,9400	164,3	0,0536	0,6519	1,866
ABD	35,3000	163,0	0,0533	0,6623	1,876

cama od 0,0520 do 0,0603 W/mK. Dobivene vrijednosti  $\lambda$  su bliske vrijednostima standardnih izolacijskih materijala  $\lambda=0,030-0,045$  W/mK, kao i vrijednostima komercijalnih izolacijskih struktura od tekstila u vlaknastom stanju, kod kojih je toplinska vodljivost od 0,039 do 0,041 W/mK. Neki od uzorka imaju bolju toplinsku izolaciju od izolacijskih poliesterskih panela dobivenih termičkim recikliranjem, kod kojih je  $\lambda=0,041-0,053$  W/mK. Visina, odnosno debljina uzorka se određuje automatski na instrumentu Heat flow meter FOX600 pri standardnom opterećenju, što je karakteristika instrumenta. Iz tab.3 je vidljivo da visina uzorka nakon prošivanja trpi znakovitu promjenu i kreće se od 21,61 do 45,99 mm, dok gustoća iznosi 127,0 do 265,4 kg/m<sup>3</sup>. Na sl.3 i 4 je prikazana promjena toplinske vodljivosti s promjenom debljine i gustoće na svakom od uzorka. Ne primjećuje se značajniji odnos između toplinske vodljivosti -  $\lambda$  i debljine -  $h$ , odnosno gustoće -  $\rho$ . Toplinska vodljivost uzorka se kreće od 0,0520 W/mK kod uzorka A<sub>2</sub> do 0,0601 uzorka A<sub>4</sub>, dok su vrijednosti toplinske izolacije 1,658 m<sup>2</sup>/WK za uzorak D do 1,924 m<sup>2</sup>/WK za uzorak A<sub>2</sub>. Koeficijent varijacije toplinske izolacije između uzorka iznosi 5,44 %. Za određivanje toplinske izolacije od prvenstvenog je značenja visina, tj. debljina uzorka. Na sl.5 je prikazana ovisnost toplinske izolacije o debljini uzorka.

U istraživanju ovisnosti debljine uzorka  $h$  i toplinske izolacije  $R$  dobiven je visok stupanj korelacije (0,96).

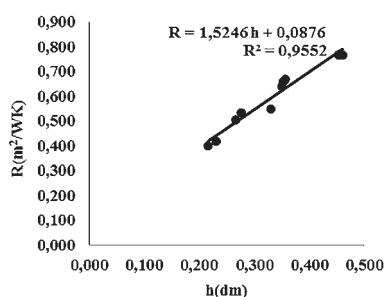


Sl.3 Vrijednosti toplinske vodljivosti  $\lambda$  i debljine uzorka -  $h$



Sl.4 Vrijednosti toplinske vodljivosti -  $\lambda$  i gustoće uzorka -  $\rho$

Da bi se moglo ocijeniti utjecaj stupnja usitnjjenosti otpada, mase tkanina i sadržaja Lycra® vlakana u otpadu, ispitivani uzorci moraju biti iste debljine. Zbog direktne proporcionalnosti toplinske izolacije s debljinom, debljina je svedena na 100 mm za sve uzorce. Toplinska izolacija uzorka za debljinu 100 mm označena je s  $R^*$ . Uzorci s oznakom A načinjeni su od otpada iste tkanine, ali s različitim stupnjem usitnjjenosti tkanine. Najusitnjenija tkani-



S1.5 Korelacija vrijednosti toplinske izolacije -  $R$  i debljine uzoraka -  $h$

na A<sub>2</sub> pokazuje veću toplinsku izolaciju  $R^*=1,924 \text{ m}^2/\text{WK}$  u usporedbi s uzorkom A<sub>4</sub>, načinjenim od nerezanog otpada,  $R^*=1,664 \text{ m}^2/\text{WK}$ .

Uzorci oznake A, za koje je upotrijebljena tkanina s najmanjom masom, pokazuju neznatno bolju toplinsku izolaciju u odnosu na uzorce C i D, gdje je upotrijebljena tkanina veće površinske mase. Također, primjećuje se da sadržaj vlakna Lycra® u otpacima umanjuje toplinsku izolaciju kod uzoraka B i D, dok kod uzorka ABD ne dolazi do izražaja zbog sastavnice A koja ne sadrži vlakno Lycra®. Kombinirani uzorci od pletiva djelomično u vlaknastom stanju i rezanog otpada ABC i ABD imaju vrlo bliske vrijednosti toplinske izolacije (za ABC  $R^*=1,866 \text{ m}^2/\text{WK}$ , a za ABD  $R^*=1,876 \text{ m}^2/\text{WK}$ ), što znači da prisustvo jedne trećine različnih sastavnica C i D nema značajan utjecaj na toplinsku izolaciju.

#### 4. Zaključak

Otpad od krojenja poliesterskih tkanina se uobičajeno baca, što je gubi-

tak vrijednog resursa, a istodobno zagađuje i okoliš. Umjesto toga, može se iskoristiti za izradu materijala za toplinsku izolaciju. Tehnologija izrade je jednostavna: rezanje otpada na sitne komade i konsolidaciju strukture, u ovom slučaju tehnikom prošivanja. Dobivena struktura je niske cijene i ima dobra toplinsko-izolacijska svojstva. Vrijednosti toplinske izolacije su usporedive s vrijednostima komercijalnih izolacijskih materijala, s tom razlikom da je za podjednaku izolaciju s novom strukturom od otpada poliesterskih tkanina potrebna veća gustoća, tj. veća količina tkanine. S obzirom na to da se koriste otpaci, ovo nije problem, već povoljna prilika za umanjivanje zagađenja okoliša i dobivanja ekološki čiste izolacije za pregradne zidove u zgradama.

#### Literatura:

- [1] Horga G. et al.: Investigation on determining the coefficient of thermal conductivity to textile materials recoverable used for thermal protection of hot pipelines, *Tekstil ve Konfeksiyon* 23 (2013) 2, 94-99
- [2] Papadopoulos A.M. et al.: Composite insulating materials as a tool for the reduction of cooling loads, International Conference, Passive and Low Energy Cooling, Santorini, Greece (2005), 807
- [3] Papadopoulos A.M.: State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments, *Energy and Buildings* 37 (2005) 77-86
- [4] <http://www.ravago.hr/products/toplinske-izolacije/> (accesed: 27.12.2012.)
- [5] Jordeva S. et al.: Investigation on apparel waste management in Macedonia, In:10th Symposium Novel technologies and economic development, 22-23 Oct. 2013, Leskovac, Serbia
- [6] Jordeva S. i sur.: Kvalitativna i kvantitativna analiza konfekcijskog otpada u Makedoniji, Savremene tehnologije 2 (2013) 1, 82-88
- [7] Ministerstvo za životna sredina i prostorno planiranje na R. Makedonija, Fizibiliti studija za donesavanje na nacionalni kriteriumi za dodeluvanje na ekološka oznaka za tekstil, 2008.
- [8] <http://www.recovery-insulation.co.uk> (accesed: 27.11.2012.)
- [9] [www.lerelais.org/Isolant-Metisse](http://www.lerelais.org/Isolant-Metisse) (accesed: 27.11.2012.)
- [10] Valverde C. et al.: Development of new insulation panels based on textiles recycled fabrics, *Waste and Biomass Valorization* 4 (2013.) 1, 139-146
- [11] <http://www.lasercomp.com/Tech%20Papers/Methods/Heatflow%20Meter%20Theory%20of%20test%20%20method.pdf> (accesed: 27.12.2012.)
- [12] Oglakcioglu N., A. Marmarali: Thermal comfort properties of some knitted structures, *Fibres&Textiles in Eastern Europe* 15 (2007) 5-6, 94-96

## SUMMARY

### Textile waste as a thermal insulation material

S. Jordeva<sup>1</sup>, E. Tomovska<sup>2</sup>, D. Trajković<sup>3</sup>, K. Zafirova<sup>2</sup>

Thermal insulation materials provide thermal energy savings. Classic insulation materials (stone wool and polystyrene) dominate the European market, but researchers' efforts are aimed towards improving their efficiency and developing new insulation materials. They are evaluated according to their physical properties, effect on people and the environment, installation difficulty and price. In this paper a material for thermal insulation of roof construction and internal walls has been designed from apparel cutting waste and its thermal conductivity  $\sum \lambda$  (W/mK) has been determined. The results show a thermal conductivity of 0.05198-0.06032 (W/mK), comparable to the conductivity of standard insulation materials and insulation materials in the form of textile fibers.

**Key words:** cutting waste, insulation material, thermal conductivity, thermal insulation

<sup>1</sup>University Goce Delčev, Technological-technical Faculty  
Štip, Macedonia,

Technological-technical faculty <sup>2</sup>Ss. Cyril & Methodius  
University in Skopje, Faculty of Technology and Metallurgy  
Skopje, Macedonia

<sup>3</sup>University of Niš, Faculty of Technology,  
Leskovac, Serbia  
e-mail: sonja.jordeva@ugd.edu.mk

Received February 6, 2014

### Textilabfall als ein thermischer Isolierstoff

Thermische Isolierstoffe ermöglichen Wärmeenergieeinsparung. Die weit verbreitetsten Isolierstoffe auf den europäischen Märkten sind Steinwolle und Polystyren, und die Bemühungen der Forscher werden auf die Verbesserung ihrer Effizienz und die Entwicklung von neuen Isolierstoffen gerichtet. Ihre Qualität wird in Bezug auf ihre physikalischen Eigenschaften, die Auswirkungen auf die Umwelt und Menschen, die einfache Montage und Kosten beurteilt. In diesem Artikel wird dargestellt, wie ein Material für die Wärmedämmung der Dachstruktur und der Gipskartontrennwände aus Abfällen gestaltet und thermische Leitfähigkeit (W/mK) geprüft werden. Die Ergebnisse zeigen eine Wärmeleitfähigkeit von 0,05198 bis 0,06032 (W/mK), was mit den Werten der Standardisolierstoffen und mit Isolierstoffen aus Textilien oder Textilien in einem Faserzustand vergleichbar ist.

## Textile waste as a thermal insulation material

Sonja Jordeva, MSc<sup>1</sup>

Doc. Elena Tomovska, PhD<sup>2</sup>

Prof. Dušan Trajković, PhD<sup>3</sup>

Prof. Koleta Zafirova, PhD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University Goce Delčev, Technological-technical Faculty

Štip, Macedonia

<sup>2</sup>Ss. Cyril & Methodius University in Skopje, Faculty of Technology and Metallurgy

Skopje, Macedonia

<sup>3</sup>University of Niš, Faculty of Technology

Leskovac, Serbia

e-mail: sonja.jordeva@ugd.edu.mk

Received February 6, 2014

UDK 677.017.56:536.21

Original scientific paper

*Thermal insulation materials provide thermal energy savings. Classic insulation materials (stone wool and polystyrene) dominate the European market, but researchers' efforts are aimed towards improving their efficiency and developing new insulation materials. They are evaluated according to their physical properties, effect on people and the environment, installation difficulty and price. In this paper a material for thermal insulation of roof construction and internal walls has been designed from apparel cutting waste and its thermal conductivity  $\lambda$  (W/mK) has been determined. The results show a thermal conductivity of 0.05198-0.06032(W/mK), comparable to the conductivity of standard insulation materials and insulation materials in the form of textile fibers.*

**Key words:** cutting waste, insulation material, thermal conductivity, thermal insulation

### 1. Introduction

Since the middle of the seventies of the past century the energy crisis has directed the efforts towards conserving and reducing every form of energy, and pushed research towards finding alternative energy sources. In order to conserve thermal energy, a lot of attention has been paid to the improvement of the efficiency of thermal insulation materials and the construction of new insulation materials. At the same time, new methods for the measurement of thermal parameters are being developed [1]. The European market is characterised

by the domination of two groups of insulation materials: inorganic fibrous materials- stone and glass wool (60 %), and organic foamy materials - expanded and extruded polystyrene (27 %). The remaining 13 % consist of other materials [2]. Wool, cotton, vacuum insulation materials and nano insulation materials are used as alternative materials for thermal insulation [3]. The assessment of insulation materials is an issue which needs to be analyzed from different aspects: the physical properties of the material, their effect on people and the environment, installation difficulty

and price [2]. However, the most important property of every insulation material is the coefficient of thermal conductivity -  $\lambda$  (W/mK). Most of typical thermal-insulation materials have a coefficient of thermal conductivity  $\lambda=0.030-0.045$  (W/mK) [3], but materials with a coefficient of thermal conductivity lower than 0.1 (W/mK) such as cork, wool, straw [1, 4] are also considered to be thermal insulators. Recycled textile waste can be used as a raw material for new insulation materials. Theoretically, 97 % of textile waste can be recycled. All phases of textile waste recon-

struction into a new product protect the environment, in addition to saving unrenewable natural resources at same time. Recycling textile waste has ecological, as well as economic benefits, making it more popular in the past decades [5, 6]. In the countries of the European Union the production of ecological products with reduced harmful effects on the environment has become a priority. Ecological labeling of the products in the EU started with the application of EEC num. 880/92 EU Council in 1992, aiming to motivate the business sector to develop products that would fit in the scheme of ecological products [7]. As a result, companies have turned towards the production of ecological insulation materials, including insulation materials from recycled textile. "Inno-Therm", a company from Great Britain, produces insulation from recycled industrial cotton material (denim) which is a form of safe and eco-friendly insulation. The material is processed with fire-retardant finish [8]. The French recycling company "Le Relais" which collects 45,000 tons of used textiles annually developed a thermal insulation product called Mettise. It is composed of 70 % cotton, 15 % wool/acrylic and 15 % polyester as a binder. The material is treated against fungi and insects [9]. Thermal insulation materials in the form of panels with dimensions 200x200x5 mm from polyester waste leftover from cutting materials for "Selmark" lingerie have been experimentally produced in Spain by the thermal process of heating a plate at 190 °C and applying constant pressure for 15 minutes. The preparation includes cutting the material through a mesh into small pieces with dimensions of 4mm. Panels were made with different densities. The thermal insulation of these panels ranges from 0.041 to 0.053 W/mK [10]. From the introduction it is obvious that textile waste has already found a commercial use as an insulation material. Still, only waste suitable for mechanical recycling was typically used with

for this purpose. For instance, denim fabric which usually has a mass of 200-400 g/m<sup>2</sup>, made from rough cotton yarn with  $T_t=60-100$ tex which can be easily carded. Because of its loose structure knitted fabrics are also easily recycled by a mechanical process. In comparison, the carding of woven fabrics with compact structure is considerably more difficult. The use of greater mechanical force on polyester fabrics may cause it to melt. Taking into consideration the growing use of polyester, the idea is to use apparel cutting waste leftover from the cutting of polyester fabrics for thermal insulation in shredded, rather than fibrous form.

In this paper a new insulation material made from the textile waste of cutting polyester fabric has been designed and its thermal insulation has been determined. The goal is determining the differences in thermal insulation between recycled thermal-insulation structures obtained from textile in the form of fabric and recycled thermal-insulation structures obtained from the cutting of apparel cutting waste from polyester fabric.

## 2. Experimental part

### 2.1. Materials

Polyester fabrics of various mass and structure were used as materials for the insulation structures. The polyester fabric was shredded using a cutting machine with rotational knives. The structural characteristics of fabric A differ greatly from those of fabrics C and D. Fabric D differs from A and C because of its raw material

content, as it contains 5 % Lycra® fibers. The characteristics of the used fabrics are shown in Tab.1.

Sample B obtained from knitted polyester fabric in partly fibrous form was used for comparison. Casing made of 100 % polypropylene was filled with these materials. The samples had (60x60cm) length and width and height (thickness) of 50, 70 and 100 mm. When projecting the structure commercial thicknesses of 50, 70 and 100 mm Tervola®, internal isolation material in the construction industry, were used. The quantity of apparel cuttings used to fill the casings was calculated from the fabric mass and casing volume in order to obtain a constant density of 115 kg/m<sup>3</sup> of the non-woven textile structure (Tab.2).

To secure the isolation structure it was stitched with 4 stitches along its length and width distanced on 15 cm (Fig.1), leading to a change in height, and therefore a change in density. In this manner ten samples with different characteristics were obtained (Tab.2).

### 2.2. Determining thermal insulation

To determine the coefficient of thermal conductivity- $\lambda$  the instrument Heat flow meter FOX600, a product

Tab.1 Structural characteristics of used fabrics

Fabric	A	C	D
Thickness (mm)	0.16	1.2	1.6
Cv (%)	2.17	1.80	1.38
Mass per unit area (g/m <sup>2</sup> )	92	245	272
Cv (%)	3.13	1.16	1.38
Warp density (cm <sup>-1</sup> )	74	37	44
Weft density (cm <sup>-1</sup> )	45	25	28
Warp count (tex)	7.4	36	36
Weft count (tex)	7.4	36	36

Tab.2 Samples characteristics and preparation

Sample	Type of material	Raw material content (%)	Fabric form	Quantity of fabric (kg)	Size (cm)
A <sub>1</sub>	cutting waste	100 PES	partially cut, pieces with different size	2.070	60x60x5
A <sub>2</sub>	cutting waste	100 PES	cut into small pieces with different size	2.070	60x60x5
A <sub>3</sub>	cutting waste	100 PES	in original form without preparation	2.898	60x60x7
A <sub>4</sub>	cutting waste	100 PES	in original form without preparation	4.140	60x60x10
B	knitted fabric partially fibrous	70/25/5 PES/cotton/Lycra®	mechanical recycling partially fibrous	2.070	60x60x5
C <sub>1</sub>	cutting waste	100 PES	cut, pieces' average dimensions 6x4cm	2.070	60x60x5
C <sub>2</sub>	cutting waste	100 PES	cut, pieces' average dimensions 8x4cm	2.070	60x60x5
D	cutting waste	95/5 PES/Lycra®	cut, pieces' average dimensions 8x4cm	2.070	60x60x5
ABC	cutting waste -fabric A knitted fabric partially fibrous -fabric B cutting waste -fabric C		A- cut, pieces with different size B- knitted fabric partially fibrous C-cut, pieces' average dimensions 6x4cm	0.690 0.690 0.690 S=2,070	60x60x5
ABD	cutting waste -fabric A knitted fabric partially fibrous -fabric B cutting waste -fabric D		A- cut, pieces with different size B- knitted fabric partially fibrous D- cut, pieces' average dimensions 8x4cm	0.690 0.690 0.690 S=2.070	60x60x5

of the company Lasercomp, with WinTherm 32 Version 2.30.21 software was used (Fig.2). Testing was conducted following ASTM C518 and ISO 8301 standards. The general principle of the FOX600 heat flow meter instrument is based on one-dimensional Fourier' law (1):

$$q = -\lambda \left( \frac{dT}{dx} \right) \quad (1)$$

where:

$q$   $\sum$  heat flux flowing through the sample ( $\text{W/m}^2$ )

$dT/dx$   $\sum$  temperature gradient on the isothermal flat surface

$\lambda$   $\sum$  coefficient of thermal conductivity ( $\text{W/mK}$ ).

The sample is placed between two plates with different temperatures until the temperature field stabilizes.

The instrument automatically measures the sample thickness, whereas the temperature gradient can be determined by measuring the difference between temperatures of the hot and cold plates  $\Delta T = T_h - T_c$  and the thick-

ness of the sample  $\Delta h$ , where  $T_h$  (K) is the temperature of the hot plate and  $T_c$  (K) is the temperature of the cold plate. Before testing the instrument must be calibrated using standard samples with a known thermal conductivity value. The electric signal from the transducer  $Q$  (mV) is proportional to the heat flux  $q$  (2):

$$q = \frac{\lambda_{cal}(T_{cal}) \Delta T_{cal}}{\Delta h_{cal}} = S_{cal}(T_{cal}) Q \quad (2)$$

Since the transducer's physical properties change with temperature, calibration of the instrument in order to obtain the calibration factor,  $S_{cal}$ , is



Fig.1 New insulation structure

necessary. The calibration factor is given in either  $\text{Wm}^{-2}\mu\text{V}^{-1}$  or  $\text{Wm}^{-2}\text{mV}^{-1}$ . As each of the two transducers has its own temperature, two separate sets of calibration factors are measured. The calibration factors ( $S_{cal}$ ,  $T_{cal}$ ) are the instrument's characteristics. They are used for calculating thermal conductivity  $-\lambda$  (3) during the test:

$$\lambda_{test} = \frac{S_{cal}(T_{test}) Q \Delta h}{T_{test}} \quad (3)$$

Because each plate has its own temperature the calibration factors should be calculated for a plate's actual tem-

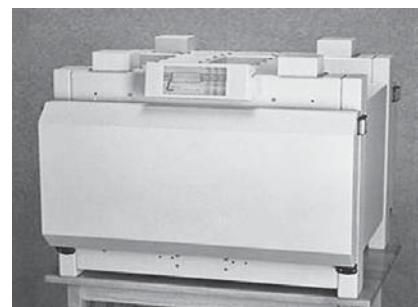


Fig.2 Heat flow meter FOX600

perature, obtaining two  $\lambda$  values. By averaging the two thermal conductivity values the final result of thermal conductivity test is acquired [11]. Based on the measured value of the coefficient of thermal conductivity  $\lambda$  and equation (4) the value of thermal insulation  $R$  of the sample is determined [12].

$$R = \frac{h}{\lambda} \quad (\text{m}^2 \text{K/W}) \quad (4)$$

where:

$h$  -thickness (m),  $\lambda$  -coefficient of thermal conductivity (W/mK)

Tab.3 shows the results from the thermal conductivity tests ( $\lambda$ ), the value of the thermal insulation ( $R$ ), in addition to the thickness ( $h$ ) and density ( $\rho$ ) of the sample.

### 3. Discussion

Research was conducted in many directions. The main goal was to determine how the thermal insulation structures from apparel cuttings compare to standard insulation structures (inorganic fiber and foamy structures), along with the insulation materials from textile fibers. Furthermore, the effect of the dimensions of the apparel cuttings, fabric structure and the content of Lycra® on the thermal insulation of apparel cuttings insulation structures was researched. The measured values of the coefficient of thermal conductivity- $\lambda$  of the samples with different heights ranged between 0.0520-0.0603 W/mK. The obtained  $\lambda$  values are similar to standard insulation materials ( $\lambda=0.030-0.045$  W/mK), as well as commercial insulation structures from textile fibers ( $\lambda=0.039-0.041$  W/mK). Some of the samples show better thermal insulation properties than thermal polyester panels obtained from thermal recycling which have  $\lambda=0.04-0.053$  W/mK. The Heat flow meter FOX600 automatically determines the height, i.e. thickness, of the fabric under standard load. From Table 3 it is visible that due to stitching the actual height of the samples varied significantly, ranging from 21.61 to 45.99,

Tab.3 Physical and thermal characteristics of the samples

Sample	$h$ (mm)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\lambda$ (W/mK)	$R$ (m <sup>2</sup> /WK)	$R^*$ (m <sup>2</sup> /WK)
A <sub>1</sub>	26.5620	215.6	0.0529	0.5017	1.889
A <sub>2</sub>	27.6350	209.1	0.0520	0.5316	1.924
A <sub>3</sub>	35.5410	226.4	0.0546	0.6505	1.830
A <sub>4</sub>	45.9990	249.4	0.0601	0.7654	1.664
B	45.2370	127.0	0.0592	0.7641	1.689
C <sub>1</sub>	22.9550	249.4	0.0553	0.4151	1.808
C <sub>2</sub>	21.6150	265.4	0.0543	0.3981	1.842
D	33.0640	173.9	0.0603	0.5483	1.658
ABC	34.9400	164.3	0.0536	0.6519	1.866
ABD	35.3000	163.0	0.0533	0.6623	1.876

while the density ranged from 127 to 265.4 kg/m<sup>3</sup>. Figures 3 and 4 show the change of thermal conductivity- $\lambda$  with the change of thickness- $h$  and density- $\rho$  of each sample. A significant correlation was not found between the thermal conductivity- $\lambda$  and the thickness- $h$  nor density- $\rho$ . The thermal conductivity of the samples ranged from 0.0520 W/mK (sample A<sub>2</sub>) to 0.0601 (sample A<sub>4</sub>), while the values of thermal insulation ranged from 1.658 m<sup>2</sup>/WK (sample D) to 1.924 m<sup>2</sup>/WK (sample A<sub>2</sub>). The

coefficient of variation of thermal insulation between the samples was 5.44 %. The height (thickness) of samples is crucial for determining thermal insulation. Fig.5 shows the correlation between the thermal insulation  $R$  and the thickness  $h$  of the samples. A high correlation (0.96) is noticeable between the thickness  $h$  and the thermal insulation  $R$ .

In order to assess the effect of the dimensions of the apparel cuttings, the mass of the fabric and the Lycra® fiber content of the waste, samples

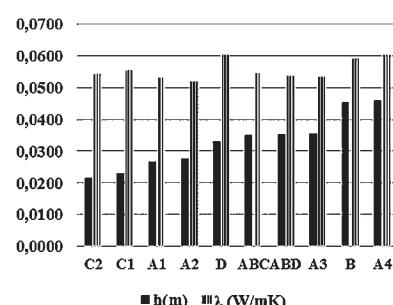


Fig.3 Thickness -  $h$  and thermal conductivity -  $\lambda$

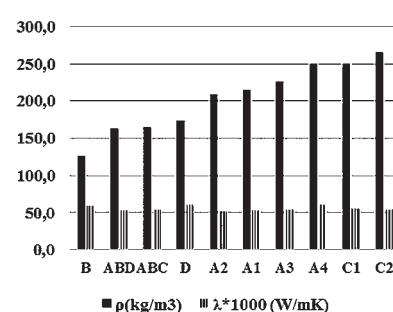


Fig.4 Density -  $\rho$  and thermal conductivity -  $\lambda$

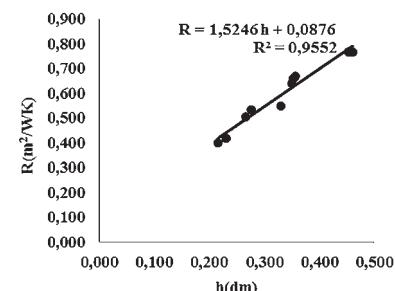


Fig.5 Correlation between the thickness -  $h$  and the thermal insulation -  $R$  of the samples

must have the same thickness. Since thermal insulation is directly proportional with thickness, the thickness of all the samples was set to 100 mm. The thermal insulation of all the samples with thickness of 100 mm is marked as  $R^*$ . Samples marked as A were made of waste from the same fabric, but with different dimensions of the cut pieces of the fabric. The fabric with the smallest pieces A<sub>2</sub>

shows a higher thermal insulation  $R^*=1.924 \text{ m}^2/\text{WK}$  compared to the sample A<sub>4</sub> made from apparel cuttings that were not shredded, with  $R^*=1.664 \text{ m}^2/\text{WK}$ . Samples marked as A were made of the fabric with the smallest fabric mass have an insignificantly better thermal insulation compared to samples C and D, where a fabric with a greater mass per unit area was used. Moreover, it is noticeable that the presence of Lycra® in the waste decreased the thermal insulation of samples B and D, while in sample ABD the presence of component A without Lycra® diminished the tendency. Combined samples of knitted fabric partially in the form of fiber and cut waste ABC and ABD have very similar thermal insulation values ( $R^*=1.866 \text{ m}^2/\text{WK}$  for sample ABC and  $R^*=1.876 \text{ m}^2/\text{WK}$  for sample ABD) which means that the presence of a third different component, C and D did not have a significant influence on the thermal insulation.

#### 4. Conclusion

Cutting waste from polyester fabrics is usually thrown away which is a loss of valuable resource, on top of environmental pollution. Instead, it can be used to make thermal insulation material. The production process is simple: shredding the waste into small pieces and consolidation of the

structure, in this case with sewing. The structure is cheap to make and has good thermal insulation properties. The values of its thermal insulation are comparable to the values of the commercial insulation material, although in order to obtain the same insulation this new structure requires greater density, i.e. greater quantity of fabric. Considering that waste is used this is not a problem, but, on the contrary, a great opportunity to decrease the pollution of the environment and produce eco-friendly insulation for internal double walls in buildings.

#### References:

- [1] Horga G. et al.: Investigation on determining the coefficient of thermal conductivity to textile materials recoverable used for thermal protection of hot pipelines, *Tekstil ve Konfeksiyon* 23 (2013) 2, 94-99
- [2] Papadopoulos A.M. et al.: Composite insulating materials as a tool for the reduction of cooling loads, International Conference, Passive and Low Energy Cooling, Santorini, Greece (2005), 807
- [3] Papadopoulos A.M.: State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments, *Energy and Buildings* 37 (2005) 77-86
- [4] <http://www.ravago.hr/products/toplinske-izolacije/> (accesed: 27.12.2012.)
- [5] Jordeva S. et al.: Investigation on apparel waste management in Macedonia, In:10th Symposium Novel technologies and economic development, 22-23 Oct. 2013, Leskovac, Serbia
- [6] Jordeva S. i sur.: Kvalitativna i kvantitativna analiza konfekcijskog otpada u Makedoniji, *Savremene tehnologije* 2 (2013) 1, 82-88
- [7] Ministerstvo za životna sredina i prostorno planiranje na R. Makedonija, Fizibiliti studija za donesuvanje na nacionalni kriteriumi za dodeluvanje na ekološka oznaka za tekstil, 2008
- [8] <http://www.recovery-insulation.co.uk> (accesed: 27.11.2012)
- [9] [www.lerelais.org/Isolant-Metisse](http://www.lerelais.org/Isolant-Metisse) (accesed: 27.11.2012.)
- [10] Valverde C. et al.: Development of new insulation panels based on textiles recycled farics, *Waste and Biomass Valorization* 4 (2013) 1, 139-146
- [11] <http://www.lasercomp.com/Tech%20Papers/Methods/Heatflow%20Meter%20Theory%20of%20test%20%20method.pdf> (accesed: 27.12.2012)
- [12] Oglakcioglu N., A. Marmarali: Thermal comfort properties of some knitted structures, *Fibres&Textiles in Eastern Europe* 15 (2007) 5-6, 94-96

## Ribarske mreže - vrste, značajke i karakterizacija

Izv.prof.dr.sc. **Antoneta Tomljenović**, dipl.ing.

**Kristina Rusak**, mag. ing. techn. text.

Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet

Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila

Zagreb, Hrvatska

e-mail: antoneta.tomljenovic@ttf.hr

Prispjelo 24.2.2014.

UDK 677.664.22

Pregled

*Kako tematika vezana uz ribarske mreže nije sustavno obrađena u okviru novije stručne i znanstvene literature objavljene u Hrvatskoj, u okviru ovog rada dan je osvrt na tematiku temeljen na novoj zakonodavnoj i normativnoj regulativi uz pregled relevantne stručne i znanstvene literature. Prikazan je detaljan pregled podjele ribarskih mreža prema načinu lova, materijalima od kojih se izrađuju (vlakana i pređa) te načinu izrade ribarskih mreža. Kroz pregled normi vezanih uz tematiku istraživanja dan je i pregled osnovnih pojmova vezanih uz ribarske mreže, pojedine elemente mreže te mrežnog oka, kao i načina rezanja, učvršćivanja, spajanja i postavljanja mreža. Opisane su metode za karakterizaciju i redovitu kontrolu kvalitete gotovog proizvoda te ukazano na dimenzijska ograničenja ribolovnih mrežnih alata propisana ulaskom Hrvatske u EU.*

**Ključne riječi:** ribarske mreže, vrste, značajke, karakterizacija, kontrola kvalitete

### 1. Uvod

S ubrzanim razvojem ribarstva, povećava se i uporaba ribarskih mreža - mobilnih mreža namijenjenih ribolovu odn. lovnu ribu na otvorenom moru povlačenjem ili polaganjem te mreža za uzgoj ribe u stacionarnim uzbunjalištima kojima štitimo ribu. Tendencija je sveprisutna kako na svjetskoj i europskoj razini, tako i u području hrvatskog akvatorija.

Ribarska mreža je kao tekstilni proizvod iz skupine tehničkih tekstilija izrađen uglavnom od sintetskih polimera, uz ostale medijski eksponirane onečišćivače okoliša loše biorazgradljivosti (LDPE vrećice, PET boce i sl.) odnedavna analizirana i kao veo-

ma ekološki opterećujuća. Sveopće prisutan ekološki problem je vezan uz zagađenje mora izgubljenim ili odbačenim mrežama koje se vrlo teško razgrađuju, postaju zamka morskom životinjskom svijetu te nanose veliku štetu ekosustavu. Naime, u praksi je uobičajeno odbaciti i zamijeniti mrežu nakon određenog vremena uporabe zbog smanjenja uporabnih vrijednosti i kvalitete gotovog proizvoda. Moguća su i mehanička oštećenja mreža koja se saniraju krpanjem ili se oštećeni dijelovi zamjenjuju novima. Problematika zbrinjavanja mreža je aktualizirana i u Hrvatskoj zbog ulaska u Europsku uniju, ali i zbog nažalost uobičajenih načina njihova zbrinjavanja - odlaganja na suha odlagališta i bacanja u more [1-4].

Postoje pozitivni primjeri sustavnog i planskog prikupljanja i zbrinjavanja ribarskih mreža, a istraživanja u navedenom području su vezana uz ispitivanje utjecaja ponovljenih ekstrudiranja na reološka i druga svojstva recikliranih polimernih materijala (PP, PE, PA, PES) i mogućnosti njihove ponovne uporabe za istu ili drugu namjenu. U proizvodnji je već uobičajeno provoditi potpunu depolimerizaciju rabljenih ribarskih mreža izrađenih od sintetskih polimernih materijala do početnih monomera te ponovnom polimerizacijom od polimera proizvoditi vlakna iz ekološki prihvatljivih obnovljivih izvora [5-9].

Rabljene ribarske mreže, još uvijek zadovoljavajućih uporabnih svojstava ponajprije glede čvrstoće, se u izvornom obliku malo i rijetko koriste kao prenemjenjena tekstilna sirovina. Moguće ih je koristiti kao ojačala u kompozitnim materijalima (npr. u građevinarstvu), a u Hrvatskoj je česta uporaba rabljenih ribarskih mreža za uređenje interijera [10, 11].

Sustavnim istraživanjima je utvrđeno da Sunčeva svjetlost, ali i morska voda, pjesak, maziva za različite strojne dijelove te druge tvari i opterećenja kojima su mreže izložene i s kojima su u izravnom kontaktu, utječu na trošenje i promjene njihovih svojstava. Dodatna je činjenica da ispitivanje trajnosti ribarskih mreža nije definirano normativnom regulativom. Starenje se uglavnom očituje i definira utvrđivanjem promjena čvrstoće [12-19].

Selektivnost ribolovnih alata je vrlo važna radi očuvanja ekosustava i sprječavanja rasta stope smrtnosti nedorašlih riba te smanjenja količine otpada - mrtvih morskih organizama. U tu svrhu propisane su odgovarajuće veličine oka ribolovnih mrežnih alata za lov određene vrste/skupine morskih životinja (riba, školjaka, glavonožaca i rukavača). Ulaskom Hrvatske u EU, tj. uskladivanjem Zakona o morskom ribarstvu s europskim zahtjevima na tom području, povećana su ograničenja i u pogledu dozvoljene minimalne veličine oka mreže, posebice za povlačene ribolovne alate (koče) [20-26]. Kako navedene predstavljaju najznačajniji ribolovni alat u hrvatskom gospodarskom ribolovu s dugogodišnjom tradicijom primjene, valja istaći temeljne promjene. Prema Pravilniku o ribolovnim alatima i opremi za gospodarski ribolov na moru (NN br. 56/10, 127/10, 148/10, 25/11), a na temelju Zakona o morskom ribarstvu (NN br. 56/10) [25, 27] do ulaska Hrvatske u EU, bile su propisane najmanje veličine otvora oka mreže kako slijedi:

Za pridmenu koču veličina otvora oka mreže vreće, za lov u unutarnjem ri-

bolovnom moru, nije smjela biti manja od 24 mm, a na košulji (zaštitnom pokrovu) manja od 48 mm; dok u vanjskom ribolovnom moru veličina otvora oka vreće nije smjela biti manja od 20 mm, a na košulji (zaštitnom pokrovu) manja od 40 mm. Za pelagijsku koču veličina otvora oka mreže vreće ni na jednom dijelu nije smjela biti manja od 9 mm niti veća od 12 mm, a za obalnu koćicu veličina otvora oka mreže nije smjela ni na jednom dijelu mreže biti manja od 12 mm.

Prema važećem Zakonu o morskom ribarstvu (NN br. 81/13, 14/14) [24] i u njemu definiranih prijelaznih i završnih odredbi, a koji upućuje na uredbu vijeća (EU) br. 1967/2006 [26], utvrđena je jedinstvena najmanja veličina otvora oka za sve povlačne mreže (koče, potegače, obalne potegače), što je uz pregled osnovnih propisanih dimenzija mrežnih ribolovnih alata za gospodarski ribolov na moru prikazano u tab.1.

Iz navedenog, a zbog činjenice da tematika vezana uz ribarske mreže nije sustavno obrađena u okviru novije stručne i znanstvene literature objavljene u Hrvatskoj, u okviru rada je dan osvrt na tematiku temeljen na novoj zakonodavnoj i normativnoj regulativi uz pregled relevantne stručne i znanstvene literature. Prikazan je detaljan pregled podjele ribarskih mreža prema načinu lova, materijala od kojih se izrađuju ribarske mreže (vlakana i pređa) te načina izrade ribarskih mreža. Kroz pregled normi vezanih uz tematiku istraživanja dan je i pregled osnovnih pojmoveva vezanih uz ribarske mreže, pojedine elemente mreže te mrežnog oka, kao i načina rezanja, učvršćivanja, spajanja i postavljanja mreža. Opisane su i metode za karakterizaciju i redovitu kontrolu kvalitete gotovog proizvoda, a koje pružaju uvid i u ponašanje tijekom uporabe te moguća oštećenja. Razrađeni su i utjecaji kojima je ribarska mreža izložena tijekom uporabe, analizirane mogućnosti ispitivanja trajnosti te opisani načini odla-

ganja, zbrinjavanja, ponovne uporabe (prenamjene) i oporabe s posebnim osvrtom na provedena istraživanja i stanje u Hrvatskoj. Zbog opsežnosti, dio tematike će biti obrađen u zasebnom radu.

## 2. Vlakna za izradu ribarskih mreža

Za izradu ribarskih mreža u prošlosti su se uglavnom koristila prirodna biljna vlakna celuloznog podrijetla, dok se u današnje vrijeme u ribarskom mrežarstvu gotovo isključivo koriste umjetna vlakna iz sintetskih polimera (tab.2). Osnovni razlozi su što su sintetska vlakna boljih mehaničkih svojstava, otpornosti na djelovanje mikroorganizama, a uz odgovarajuću modifikaciju i otpornija na degradacijske procese, budući da su ribarske mreže tijekom uporabe izložene djelovanju mikroorganizama, vode i UV zračenja. Dodatna velika prednost mreža od sintetskih vlakana je da ih nije potrebno konzervirati, već ih je nakon uporabe dovoljno isprati vodom bez posebnog sušenja [28, 29].

Najčešće upotrebljavana sintetska vlakna u ovu svrhu su poliamidna vlakna (PA 6 i PA 6.6), poliesterska vlakna (PET), polipropilenska vlakna (PP), polietilenska vlakna iznimno velike molekulne mase (UHMWPE, najčešće Spectra i Dyneema) i aramidna vlakna (AR, najčešće Kevlar). Njihova najznačajnija svojstva prikazana su u tab.3.

**Poliamidna vlakna** (poliamid 6 i 6.6) se najviše upotrebljavaju u ribarskom mrežarstvu. Odlikuje ih velika otpornost na trošenje, a nedostatak im je osjetljivost na toplinu i ultraljubičasto (UV) zračenje. Dodatkom UV stabilizatora otpornost spram fotodegradacijskih procesa se povećava. Slijede **poliesterska vlakna, odnosno vlakna od polietilentereftalata** koja su otpornija na UV zračenje i djelovanje topline od poliamidnih, ali se teško bojadišu. Odlikuju ih izvrsna mehanička svojstva, koja gotovo da se ne mijenjaju u mokrom stanju. U uporabi su i izuzetno lagana **polipropilenska**

Tab.1 Propisane dimenzije ribolovnih alata [24-26]

Zahtjevi u pogledu dimenzijskih karakteristika mrežnih ribolovnih alata				
Vrsta mreže		Najveća dozvoljena duljina mreže <sup>1</sup> [m]	Najveća dozvoljena visina mreže <sup>2</sup> [m]	Najmanja dozvoljena veličina otvora oka mreže [mm]
Povlačne mreže	Povlačne mreže s kvadratnim oblikom oka	-	-	40
	Povlačne mreže s romboidnim oblikom oka	-	-	50
	Povlačne mreže za lov srdeća i inčuna	-	-	20
	Obalne mreže	povlačna užad: 500	-	40/50/20 (ovisno o obliku oka i vrsti objekta ulova)
Dredže	Rampon	3	-	40
	Kunjarka	okvir: 2,8	-	28
Okružujuće mreže	Plivarice (osim tunara)	800	120	14
Mreže stajaćice	Jednostrukе mreže stajaćice	6000	10; 30 za mreže duljine do 500 m	16
	Jednostrukе mreže stajaćice za lov rumenca okana	6000	10; 30 za mreže duljine do 500 m	100
	Trostrukе jednopodne i dvopodne mreže stajaćice	6000	4	maha: 40 popun: 150
	Trostrukе dvopodne mreže stajaćice za lov sipe	6000	6 x duljina stranice oka	maha: 32 - 38 popun: 150
	Trostrukе jednopodne mreže stajaćice za lov romba i hrskavičnjača	6000	4	maha: 120 popun: 350
	Kombinirane mreže stajaćice	2500	10; 30 za mreže duljine do 500 m	Gornji dio: 16 Donji dio: maha: 40 popun: 150
	Jednostruka mreža stajaćica kod lova tramatom	potezni konop: 2000	-	32
Klopke	Kvadrun kod ribolova ludrom	potezni konop: 2000	-	22
	Vrše za lov ribe	-	-	32
	Vrše za lov škampa	-	-	18
	Vrše za lov krupnih rakova	-	-	55
	Stajaći kogol $\Sigma$ trata za lov jegulje	-	-	12
	Stajaći jednokrilni kogol (gavunet)	-	-	5 - 12

<sup>1</sup>Duljina mreže definira se kao duljina plutnje; duljina pridnenih mreža stajaćica i plutajućih mreža može se također definirati temeljem njene mase ili volumena

<sup>2</sup>Visina mreže definira se kao zbroj duljina stranica oka mreže (uključujući uzlove) kada je mreža u mokrom, rastegnutom stanju, tj. usmjereni okomito na smjer plutnje [26]

**vlakna**, koja imaju visoku otpornost na savijanje i otpornosti na djelovanje vlačnih opterećenja u mokrom stanju. Najveći nedostatak im je izuzetna osjetljivost na UV zračenje, mala otpornost na djelovanje topline te slabija bojadisarska svojstva. **Aramidna vlakna** imaju ograničenu primjenu u ribarskom mrežarstvu, a uglavnom se koriste za izradu užadi, rjeđe za izra-

du mreža. To su vlakna izuzetnih svojstava, a karakterizira ih velika čvrstoća, ali i krutost, izvanredna otpornost na udarce, velika termootpornost i dimenzijska stabilnost. **Polietilenска vlakna iznimno velike molekulne mase** su lagana, otporna na djelovanje kemikalija, savitljiva, otporna na trošenje i udarce. Čvrstoća im je gotovo dvostruko veća od čvrs-

toće aramidnih vlakana, a nedostatak im je slaba toplinska stabilnost. U ribarskom mrežarstvu primjenjuju se više od aramidnih vlakana [28, 31].

### 3. Pređe za izradu ribarskih mreža

Prema normi HRN EN ISO 1107 [32] prednama za izradu ribarskih mreža (eng. netting yarn) razumijevamo sve

Tab.2 Usporedba karakteristika pređa za izradu ribarskih mreža izrađenih od prirodnih i sintetskih vlakana [30]

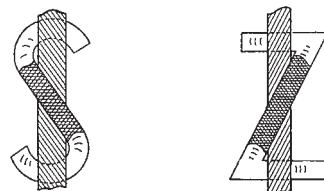
	Prirodna vlakna			Sintetska vlakna				
	pamuk	konopljija	manila	PE	PP	PES	PA 6	PA 6.6
Trzaj	•	•••	••	•	•••	••	•••	•••
Izdržljivost	••••	•••	••	•••	•••	••••	••••	••••
Trajnost	••	••••	•••	••	•••	••••	••••	••••
Otpornost na truljenje i plijesni	•	•	•	••••	••••	••••	••••	••••
Otpornost na UV zračenje	••••	••••	••••	••	•	••••	••	••
Otpornost na kiseline	•	•	•	••••	••••	••••	•••	•••
Otpornost na lužine	••	••	••	••••	••••	••••	••••	••••
Otpornost na trošenje	••	•••	•••	••	••	••••	••••	••••
Skladištenje	suho	suho	suho	mokro ili suho	mokro ili suho	mokro ili suho	mokro ili suho	mokro ili suho
Plovnost	tone	tone	tone	pluta (jedva)	pluta	tone	tone	tone
Talište [°C]	-	-	-	oko 128	oko 150	oko 245	oko 220	oko 250

LEGENDA: • - loše, •• - prihvativivo, ••• - dobro, •••• - izvrsno

vrste pređa prikladnih za izradu mreža. Pritom se najčešće radi o jednostruko ili višestruko končanim predjama koje se u praksi uglavnom nazivaju **mrežnim** ili **ribarskim koncem**.

Kako je za proizvodnju ribarskih mreža najprikladnija uporaba **filamentnih pređa**, najčešće se i koriste za izradu mrežnog konca. To su pređe izrađene od filamentnih vlakana neograničene duljine. Mogu se sastojati od jedne (monofilamentna pređa) ili više filamentnih niti (multifilamentna pređa) te biti uvijene ili neuvijene. Površina ovih pređa je uglavnom glatka i sjajna. Koriste se i **predene pređe** (jednonitne i višenitne), izrađene od vlakana određenih prosječnih duljina vlaska. Uvijene su u S ili Z smjeru (sl.1), čime se postiže zadovoljavajuća čvrstoća, istezljivost i elastičnost. Ovakva pređa ima neravnomjerniju površinu zbog stršećih

vlakana, što se u praksi očituje stabilnijom pozicijom uzla u mreži [28, 29]. Moguća je primjena i pređa od trakastih (vrpčastih) vlakana koja se



Sl.1 S i Z smjer uvijanja pređa [33]

izrežuju iz ekstrudirane folije, ali njihova primjena je rjeđa.

### 3.1. Konstrukcija pređa za izradu ribarskih mreža

Ovisno o konstrukciji i načinu izrade prema HRN EN ISO 1107 [32] pređa za izradu ribarskih mreža može biti: **jednostruko končana pređa** (eng. net-

ting twine) - nastala končanjem dviju ili više pređa; **višestruko končana pređa** (eng. cabled netting twine) - nastala končanjem dviju ili više jednostruko končanih pređa i **pletena pređa** (eng. braided netting twine) - nastala ispreplitanjem jednostavnih ili končanih pređa na pletilicama. Pleteni konac može biti kružnog ili četverokutnog poprečnog presjeka, sa središnjim ojačanjem ili bez njega.

### 3.2. Označivanje pređa za izradu ribarskih mreža

Prema normi ISO 858 [34] oznaka pređe za izradu ribarskih mreža treba sadržavati:

- finoču osnovne gradbene monofilamentne, multifilamentne ili predene pređe (tex),
- broj monofilamentnih, multifilamentnih ili predenih pređa u prvom stupnju končanja,

Tab. 3 Svojstva sintetskih vlakana za proizvodnju ribarskih mreža [29, 31]

Vlakno	Gustoća [g/cm³]	Upijanje vlage [%]	Čvrstoća [cN/tex]	Prekidno istezanje [%]	Temperatura mekšanja [°C]	Talište [°C]
PA6	1,14	4,5	30 - 90	20 - 45	180 - 200	215 - 220
PA6.6	1,14	3,5	30 - 90	20 - 45	220 - 235	255 - 260
PES	1,36 - 1,41	0,2 - 0,5	30 - 70	20 - 30	230 - 240	250 - 260
PP	0,90 - 0,92	0	25 - 60	15 - 50	150 - 160	165 - 175
UHMWPE	0,90 - 0,97	0	280 - 360	3 - 6	-	144 - 155
AR (Kevlar)	1,44 - 1,47	1,5	140 - 250	1 - 4	-	550

- broj višenitnih pređa u kord pređi u drugom stupnju (ili više stupnjeva) končanja te
- rezultantnu finoću iskazanu (u tex) i završni smjer uvijanja (S ili Z) pređe.

Prve tri oznake povezuju se znakom množenja (x), dok se zadnje dvije odvajaju znakom točka-zarez (;). Navедено je pojašnjeno na primjeru pređe uvijene u Z smjeru rezultantne finoće 460 tex, končane u dva stupnja od osnovnih pređa finoće 23 tex (primjer: 23 tex x 6 x 3; R 460 tex Z). U pojedinim primjerima pređe se označuju na drugačiji način. Kod pređa koje se sastoje od više različitih komponenti ili kod jako grubih pređa, oznaka pređe treba sadržavati samo rezultantnu finoću i završni smjer uvijanja pređe (primjer: predena pređa R 4000 tex S). Pletene pređe se označuju njihovom rezultantnom finoćom (primjer: pletena pređa R 4000 tex).

#### 4. Ribarska mreža

**Mreža** (eng. netting) je mrežasta struktura neodređenog oblika i veličine, izrađena od jedne niti ili više sustava međusobno povezanih niti pređe ili dobivena na neki drugi način (npr. prosjecanjem odn. „štancanjem“) [32].

##### 4.1. Podjela ribarskih mreža prema načinu izrade

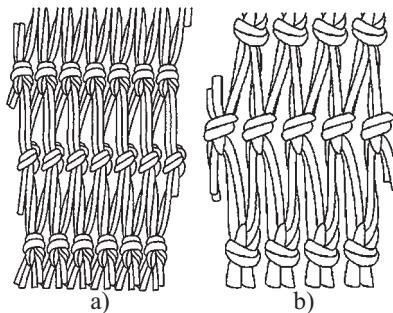
Ribarske mreže su se nekad proizvodile ručno (ručnim uzlanjem), no danas se proizvode gotovo isključivo strojno. Pritom se pređe povezuju u mrežaste tvorevine postupcima: uzlanja (uzlane mreže) te pletenja, termoplastičnog povezivanja i sl. (bezuzlovne mreže) [28, 29].

###### 4.1.1. Uzlane mreže

Danas najčešće upotrebljavane ribarske mreže nastaju postupkom uzlanja. Strojno uzlana mreža (ovisno o vrsti stroja) može biti izrađena sa svim uzlovima u istom smjeru (sl.2a) ili s uzlovima koji naizmjenično mijenjaju smjer (sl.2b) [28, 35].

Postupak uzlanja mreža se može provoditi s jednim ili dva sustava niti pređe. Uzlanje s jednim sustavom niti

izvodi se uglavnom ručno. Pređa je namotana na iglu za uzlanje te se svaki uzao oblikuje zasebno, jedan za drugim (sl.3a). Kod postupka uzlanja sa dva sustava niti pređe, jedan sustav niti se ponaša poput osnove kod procesa tkanja, dok je drugi sustav niti namotan na projektil koji vodi nit

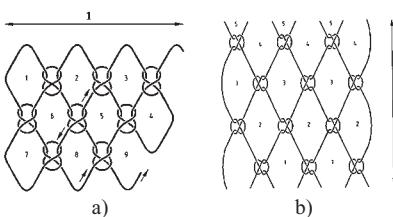


Sl.2 Uzlana mreža: a) s uzlovima u istom smjeru, b) s uzlovima koji naizmjenično mijenjaju smjer [35]

prema uređaju za uzlanje (kukastog ili igličastog oblika) (sl.3b) [35].

Uzlane mreže se izrađuju **jednostrukim** (sl.4a i b) i **dvostrukim uzlovima** (sl.4c) koji mogu biti oblikovani u S i Z smjeru od jedne ili dviju pređa [35].

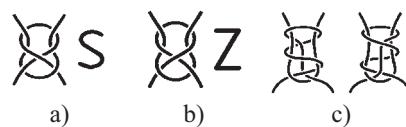
Jednostruki uzlovi koriste se pri izradi gotovo svih strojno izrađenih ribarskih mreža, dok se dvostruki uzlovi koriste kod izrade mreža od monofilamentne pređe. Pritom su deformacije konca manje zbog uporabe dodatnog prepleta, ali je i učinkovitost



Sl.3 Uzljanje mreže: a) s jednim sustavom niti pređe, b) sa dva sustava niti pređe, 1- glavni smjer (izrade) mreže [35]

strojeva dvostruko manja, a utrošak konca znatno veći.

Kada je čvrstoća mreže u pitanju, uzao predstavlja slabu točku jer u njemu dolazi do različitih naprezanja uslijed savijanja vlakana i pređe. Dodatni uvjet koji ribarska mreža mora



Sl.4 Prikaz jednostrukih i dvostrukih uzlova: a) jednostruki uzao u S smjeru, b) jednostruki uzao u Z smjeru, c) dvostruki uzlovi u S i Z smjeru [35]

zadovoljavati je i zadržavanje stalne veličine oka u različitim uvjetima uporabe, što se nastoji osigurati vezivanjem 4 uzla u oku mreže. Kod strojne proizvodnje uzlanih ribarskih mreža, oka mreže nastaju tako da se osnovne niti koje se paralelno uvide u stroj za uzlanje povezuju na razmacima koji su jednak stranicama oka. Širina mreže određena je brojem namotnicu i čunaka na stroju za uzlanje, dok je duljina mreže neograničena [28].

###### 4.1.2. Bezuzlovne mreže

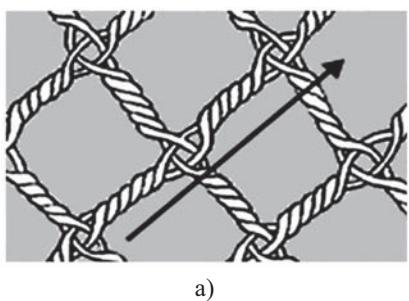
Bezuzlovne mreže nastaju različitim postupcima pletenja i preplitanja. Značenje ovih mreža i njihova primjena u ribarskom mrežarstvu povećava se s razvojem strojeva za njihovu izradu. Mogu se izrađivati: na osnovoprepletačim strojevima metodom uvijanja i metodom oblikovanja očica.

###### a) Bezuzlovne mreže nastale međusobnim uvijanjem pređa

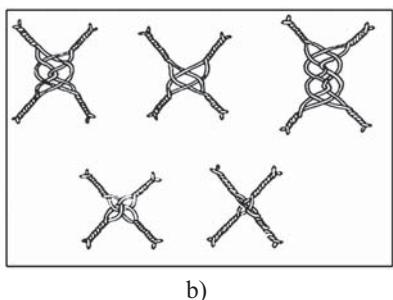
Prednosti mreže izrađene uvijanjem pređa (sl.5) su brojne. Usmjerenost vlakana je jednaka usmjerenosti konca čime je iskorištenje vlakana kao elemenata koji prenose opterećenje veliko. Na mjestima gdje su inače uzlovi, čvrstoća mreže je nešto manja zbog preleta, no preplet manje oslabljuje mrežu nego uzao. Glavni nedostatak ovih mreža je cijena strojeva i skupljí proces proizvodnje [28].

###### b) Bezuzlovne mreže pletene na rašel strojevima

Načelo izrade ovakvih mreža zasniva se na tvorbi lančića od jedne ili više pređa (sl.6a). Na mjestu gdje se tvori uzao, pređe se međusobno isprepliću (sl.6b). Smjer pređe u strukturi se stalno mijenja i manje je čvrstoće u

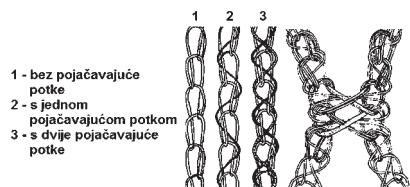


a)



b)

Sl.5 Shematski prikaz: a) strukture bezuzlovne mreže nastale postupkom uvijanja pređa, b) preleta primjenljivih pri njenoj izradi [28]

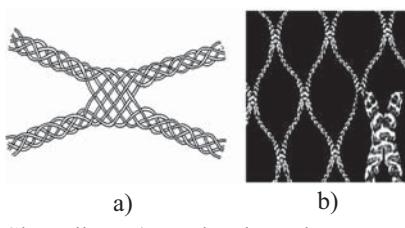


Sl.6 Prikaz: a) vrsta lančića koji se koriste za pletenje bezuzlovnih mreža i b) njihovog preleta [28]

odnosu na uvijenu koja se koristi za izradu uzlanih mreža. Proizvodnja ovih mreža je raširena zbog jednostavije i jeftinije proizvodnje, ali one u ribolovnom mrežarstvu ne mogu zamijeniti uzlane mreže [28].

### c) Bezuzlovne mreže nastale preplitanjem pređa

Proizvodnja ovih mreža je jedinstven tehnološki proces. Strojno se pređe prepliću i oblikuju stranice oka, a na mjestima povezivanja mijenjaju smjer. Mreža je 10 % čvršća i 35 % lakša od uzlane. Stranica oka mreže u obliku pletenice je nešto osjetljivija u odnosu na uvijenu, a sanacija mreže nakon mehaničkih oštećenja je otežana. Nedostatak ovog načina izrade



a)

b)

Sl.7 Prikaz: a) prepleta bezuzlovne mreže nastale preplitanjem pređa, b) bezuzlovne mreže nastale preplitanjem pređa [28]

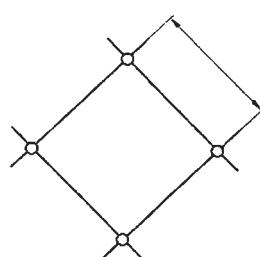
mreža su skupi strojevi i njihova mala učinkovitost (sl.7).

## 4.2. Elementi za karakterizaciju ribarskih mreža

**Oko mreže** (eng. mesh) je osnovna jedinica strukture mreže odn. otvor koji tvore pređe oblikujući mrežu. Oko mreže može biti različita oblika: *romboidnog* kod kojeg su sve stranice iste duljine, *kvadratnog (pravokutnog)* u kojem su sve četiri stranice pod pravim kutom i *heksagonalnog* koje ima šest stranica (kod kojeg su nasuprotni parovi stranica uvijek istih duljina).

**Veličina oka mreže** (eng. size of mesh) definirana je duljinom stranice oka, duljinom oka i duljinom otvora oka mreže.

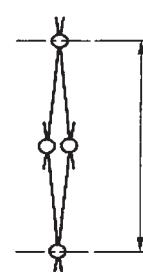
a) **Duljina stranice oka ili polovica oka** (eng. length of mesh side, half



Sl.8 Duljina stranice oka mreže [32]

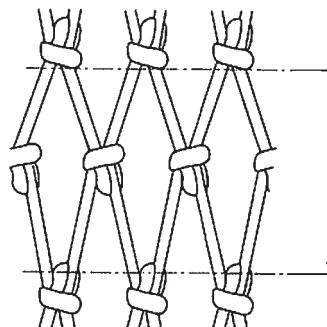
mesh) je duljina [mm] izmjerena od središta jednog do središta drugog susjednog uzla (sl.8).

**Duljina oka mreže** (eng. length of mesh) je udaljenost [mm] između središta dva nasuprotna uzla oka, stranica istegnutih u smjeru širine mreže (N smjeru). Kod bezuzlovnih mreža mjeri se udaljenost između središta nasuprotnih spojeva duž najdulje moguće osi (sl.9).



Sl.9 Duljina oka mreže [32]

**Duljina otvora oka mreže** (eng. opening of mesh) predstavlja najveću udaljenost [mm] između dva nasuprotna uzla oka, stranica istegnutih u



Sl.10 Duljina otvora oka mreže [32]

smjeru širine mreže (N smjeru). Kod bezuzlovnih mreža mjeri se udaljenost između spojeva duž najdulje moguće osi (sl.10).

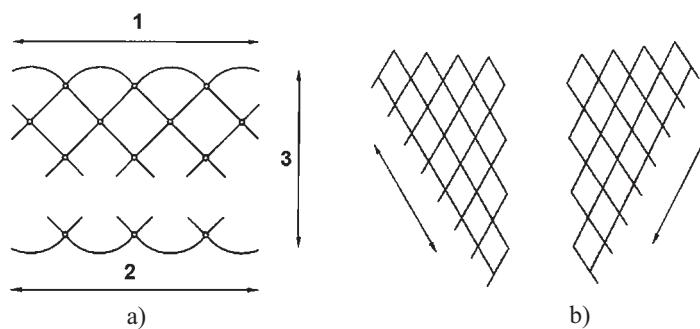
### Smjer mreže

*N-smjer* (eng. normal) je smjer okomit na osnovni smjer izrade mreže (širina mreže), a *T-smjer* (eng. twine-wise) je smjer paralelan sa smjerom izrade mreže (duljina mreže) (sl.11a). *AB-smjer* je smjer koji je paralelan s uzastopnim slijedom stranica oka mreže (sl.11b). Kod bezuzlovnih mreža osnovni smjer je paralelan s najduljom osi oka mreže.

### Veličina mreže

Veličina mreže se označuje na dva načina:

- Umnoškom broja oka mreže u T i N smjeru. Oznaka za broj oka mreže u T smjeru može imati i oznaku ML (eng. meshes long), a oznaka za broj oka mreže u N smjeru oznaku MD (eng. meshes deep) (primjer: 1000 ML x 100 MD ili 1000 T x 100 N);



Sl.11 Oznake smjerova mreže: a) N i T smjer (1- T smjer, 2- osnovni smjer izrade mreže, 3- N smjer) i b) AB smjer [32]

- Brojem oka mreže u određenom smjeru po jedinici duljine (primjer: 1000 ML x 5 m ili 1000 T x 5 m; 5 m x 1000 MD ili 5 m x 1000 N) [32, 35, 36].

## 5. Načini rezanja, spajanja, učvršćivanja i postavljanja ribarskih mreža

Tijekom izrade ribolovnih mrežnih alata, dijelovi mreže se režu u željeni oblik, međusobno spajaju i/ili učvršćuju na okvir kako bi ribolovni alat poprimio željeni oblik. Prilikom postavljanja i učvršćivanja mreže, mreža se nabire na odgovarajući način. Pritom su, a prema normi ISO 1531 [37], definirani osnovni pojmovi:

- Učvršćivanje - pričvršćivanje mrežnog tega na okvir mreže ili uže (mrežni teg je izraz najčešće vezan uz samu mrežu, odn. mrežu kao sastavni dio ribolovnog alata).
- Nabiranje - učvršćivanje mrežnog tega na okvir u određenom omjeru duljine mrežnog tega i duljine okvira.
- Duljina okvira (uzeta) - udaljenost između dviju krajnjih točaka sekcije okvira na koji se učvršćuje mrežni teg.
- Duljina mrežnog tega - udaljenost između dviju krajnjih točaka mrežnog tega, koji se učvršćuje na uže ili okvir. Ovaj podatak potreban je za izračunavanje omjera nabiranja mrežnog tega.
- Omjer nabiranja (E) - omjer između duljine užeta (okvira) i duljine mreže koja se na njega učvršćuje (u N ili T smjeru), iskazan u postocima.

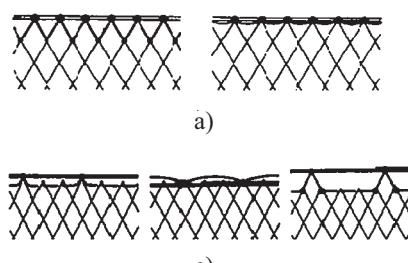
### 5.1. Rezanje mreže u željeni oblik

Normom ISO 1532 [38] definirane su različite vrste rezova pravocrtnog rezanja mreža i označivanje rezova. Pod oblikovanjem se razumijeva rezanje u pravilne oblike poput trapeza, paralelograma i drugih poligona. Oblikovanje rezanjem postiže se kombiniranjem različitih duljina rezova u definiranom smjeru - N, T ili AB smjeru.

#### Vrste rezova:

- **K** - označuje rez iza uzlova, gdje osnovni smjer mreže nije bitan,
- **N** - označuje rez iza uzlova, okomit na osnovni smjer mreže,
- **T** - označuje rez iza uzlova, paralelan s osnovnim smjerom mreže,
- **B** - je rez dijagonalan prema osnovnom smjeru mreže, a paralelan uzastopnom slijedu stranica oka mreže (AB-smjer). Nastaje rezanjem jedne ili više stranica oka.

**Slijed rezanja** određen je duljinom uzastopnih sekcija N, T ili B rezova. Duljine N i T rezova su određene brojem razrezanih uzastopnih oka mreže te brojem prerezanih stranica oka mreže za B rezove. Za oblikovanje mreže koriste se sljedeće kombinacije:



Sl.12 Načini učvršćivanja mreže romboidnog oblika oka: a) fiksno, b) slobodno, c) kombinirano i d) učvršćivanje pomoću posebnih predja [39]

cije rezova: N i B, T i B te N i T. Ako se rezanje provodi samo u jednom smjeru označava se na sljedeći način:

- **AB** (eng. all Bar-cuts) - svi rezovi su u B smjeru,
- **AN** (eng. all N-cuts) - svi rezovi su u N smjeru,
- **AT** (eng. all T-cuts) - svi rezovi su u T smjeru.

### 5.2. Učvršćivanje i spajanje mreža

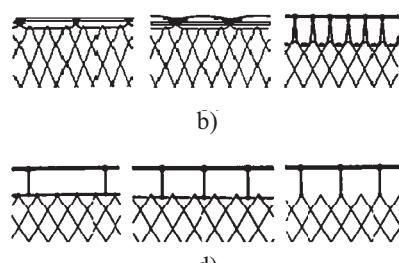
#### 5.2.1. Metode učvršćivanja mreža

Mreže romboidnog oblika oka se učvršćuju prema ISO 3660 [39]:

- **Fiksno** - svako pojedinačno oko mreže učvršćeno je pomoću pređe za okvir ili uže (sl.12a);
- **Slobodno** - oka mreže su povezana s okvirom ili užetom preko pređe za učvršćivanje, koja time određuje i način grupiranja oka mreže. Postoji više načina slobodnog učvršćivanja (sl.12b);
- **Kombinirano** - kombinacija prethodnih dviju metoda učvršćivanja. Oka mreže su u određenim intervalima pričvršćena direktno na okvir ili uže, dok su ona između pričvršćena na okvir pređom za učvršćivanje (sl.12c);
- **Pomoću posebnih pređa** - oka mreže su u određenim intervalima pričvršćena za okvir pomoću kratkih pređa potrebne čvrstoće, direktno ili pomoću pređe za učvršćivanje (sl.12d).

Mreže kvadratnog oblika oka se učvršćuju prema ISO 3660 [39]:

- **fiksno** - na način gdje je svako pojedinačno oko mreže učvršćeno



pomoću pređe za okvir ili uže (sl.13a) i

- **slobodno** - kada su oka mreže preko pređe za učvršćivanje povezana s okvirom ili užetom na željenoj udaljenosti (sl.13b).

Mreže oblikovane kombinacijom N, T i B rezova učvršćuju se također prema ISO 3660 [39]:

- **fiksno** - oka mreže su na rezovima direktno pričvršćena pređom za učvršćivanje na okvir (sl.14a) i
- **slobodno** - oka mreže koja su u blizini reza su obuhvaćena pređom za učvršćivanje te pričvršćena za okvir ili uže na određenim udaljenostima (sl.14b).

### 5.2.2. Metode spajanja mreža

Spajanjem se prema ISO 3660 [39] razumijeva povezivanje rubova dva dijela mreže pomoću pređe (uglavnom ručno). Spajanje se provodi dvjema metodama: a) tvorbom reda uzlanih oka između dva dijela mreže, uzlanjem (najčešće) na polovici duljine oka odn. duljini stranice oka rubnih dijelova mreže; i b) učvršćivanjem jednog odnosno više redova oka na rubnim dijelovima dva dijela mreže bez tvorbe reda uzlanih oka, ali tvorbom uzlova uz zadani interval ponavljanja.

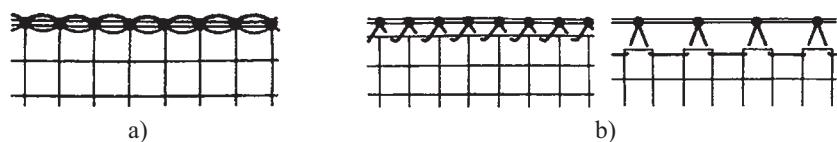
a) Spajanje mreža uz tvorbu reda uzlanih oka:

- rezanih jednom vrstom reza (K, T, N ili B rez). Oka mreže romboidnog i kvadratnog oblika se spajaju na način prikazan na sl.15, bilo da se radi o dijelovima mreža s istim brojem oka istih ili različitih dimenzija oka (sl.15a i 15b) ili različitih karakteristika (sl.15c);

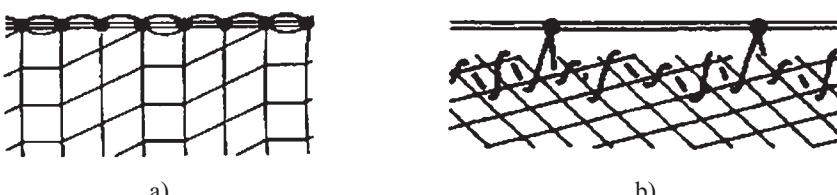
- rezanih kombinacijom K, (N ili T) i B rezova. Spajaju se dijelovi mreža s istim brojem oka, ali rezani različitom vrstom reza (sl.16).

b) Spajanje mreža bez tvorbe reda uzlanih oka:

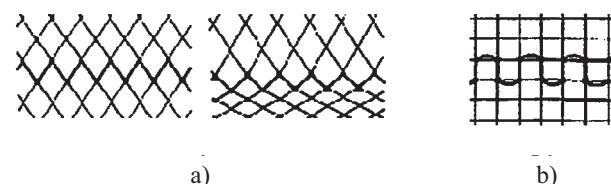
- rezanih jednom vrstom reza (K, T, N ili AB rez). Dijelovi mreže romboidnog i kvadratnog oblika oka se pređom spajaju na načine prikazane na sl.17 i 18,



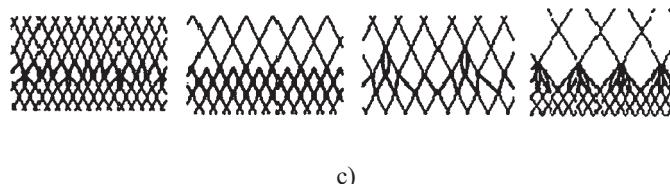
Sl.13 Načini učvršćivanja mreže kvadratnog oblika oka: a) fiksno, b) slobodno [39]



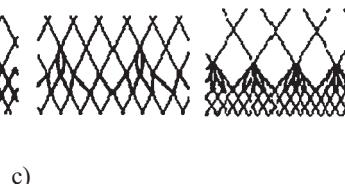
Sl.14 Načini učvršćivanja mreže rezane kombinacijom N, T i B rezova: a) fiksno, b) slobodno [39]



a)

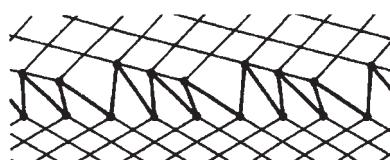


b)



c)

Sl.15 Spajanje dijelova mreža romboidnog oblika oka tvorbom reda uzlanih oka: a) istog broja oka istih ili različitih dimenzija oka, b) kvadratnog oblika oka istog broja i dimenzija oka, c) različitog broja i veličine oka [39]



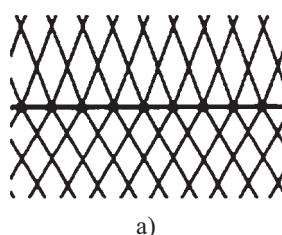
Sl.16 Spajanje dijelova mreža s istim brojem oka rezanim različitim rezom uz tvorbu reda uzlanih oka [39]

- rezanih kombinacijom rezova K, (N ili T) i B. Spajanje dijelova mreže s istim brojem oka, rezanih različitom vrstom reza (sl.19).

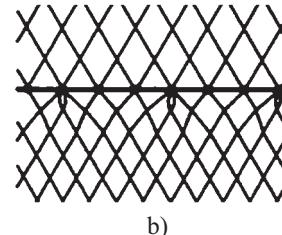
## 6. Metode za karakterizaciju ribarskih mreža

Temeljem normativnih preporuka pri karakterizaciji i kontroli kvalitete ribarskih mreža, potrebno je utvrditi dimenzije oka mreže (duljinu otvora oka i duljinu oka) te otpornost pređe za izradu mreže i oka mreže na djelovanje vlačnih opterećenja. Prikaz norma dan je u tab.4.

Ispitivanja se provode na suhim i mokrim uzorcima, ali se rezultati ispitivanja dobiveni na mokrim uzorcima

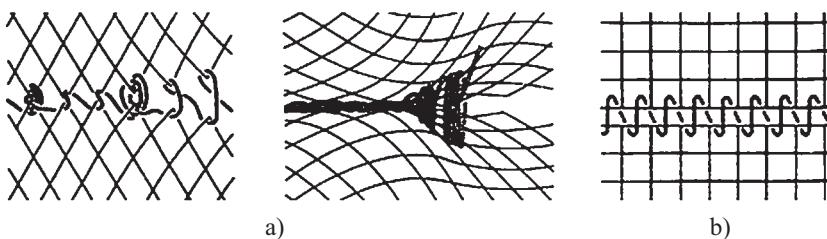


a)

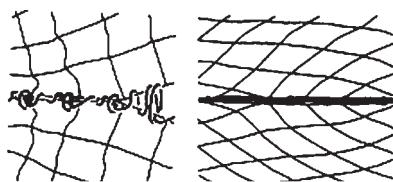


b)

Sl.17 Prikaz spajanja dijelova mreže bez tvorbe reda uzlanih oka: a) istog i b) različitog broja oka [39]



Sl.18 Prikaz spajanja dijelova mreže s istim brojem oka bez tvorbe reda uzlanih oka [39]



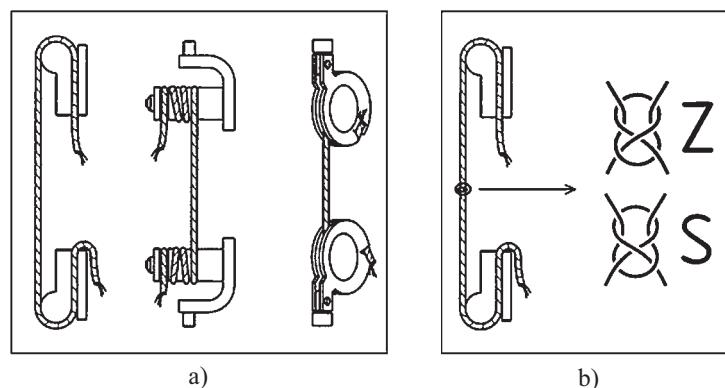
Sl.19 Način spajanja mreže iz dijelova različitim rezom, ali s istim brojem oka bez tvorbe reda uzlanih oka [39]

smatraju relevantnijima zbog vjernije simulacije stvarnih uvjeta uporabe [40-44]. Prije ispitivanja u suhom stanju uzorku je potrebno kondicionirati u uvjetima standardne atmosfere za ispitivanje ( $H_r = 65 \pm 4\%$  i  $T = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ ), dok je za ispitivanje u mokrom uzorku potrebno namakati u vodi najmanje 12 sati ili 1 sat uz dodatak sredstva za kvašenje (1 g/L). Ispitivanje prekidne sile pređe i prekidne sile u uzlu prema normi HRN EN ISO 1805 [40], provodi se pomoću kidalice, djelovanjem vlačnog opterećenja do prekida. Udaljenost između stezaljki iznosi najmanje 250 mm, vrijeme do prekida  $20 \pm 3$  s, a broj ispitnih uzoraka je najmanje 10. Na temelju zadanog vremena u kojem treba doći do prekida, nužno je prelimarnim ispitivanjem definirati brzinu istezanja. Uzorak pređe postavlja se u stezaljke kidalice na način prikazan na sl.20a, a rezultat ispitivanja kod kojeg je došlo do prekida pređe u stezaljci se smatra nevaljanim. Tijekom

ispitivanja prekidne sile pređe u uzlu, potrebno je od dvije pređe formirati uzao S ili Z smjera (sl.20b). Uzao se treba nalaziti na sredini između stezaljki, a valjanim rezultatom se smatra onaj kod kojeg je došlo do prekida pređe u uzlu. Kao rezultat ispitivanja daju se prosječne vrijednosti prekidne sile pređe i prekidne sile pređe u uzlu iskazane u daN uz pripadajuće statističke pokazatelje rasipanja mjernih rezultata. Dodatno je moguće izračunati čvrstoću pređe iskazanu u cN/tex i prekidnu duljinu pređe [km]. Za ispitivanje prekidne sile oka mreže prema HRN EN ISO 1806 [41], iz uzorka mreže izrezuju se uzorci veličine jednog oka, ali što dalje od uzla. Uzorak se u stezaljke kidalice učvršćuje pomoću pređe čvršće od ispitivane ili pomoću posebnih ste-

zaljki (sl.21a) na način da su sva 4 uzla oka mreže slobodna. Valjanim rezultatom smatra se prekid u jednom od uzlova. Ako tijekom ispitivanja zbog djelovanja vlačnog opterećenja dolazi do izvlačenja pređe iz uzla priprema se uzorak veličine  $3 \times 3$  oka (sl.21b) pri čemu se određuje prekidna sila središnjeg oka uzorka. Udaljenost između stezaljki trebala bi iznositi najmanje 50 mm (ovisno o veličini oka mreže), vrijeme do prekida  $20 \pm 3$  s, a najmanji broj ispitnih uzoraka je 10. Također je na temelju zadanog vremena u kojem treba doći do prekida, nužno prelimarnim ispitivanjem definirati brzinu istezanja. Kao rezultat ispitivanja daje se vrijednost prosječne prekidne sile oka mreže [daN] uz pripadajuće statističke pokazatelje varijabilnosti.

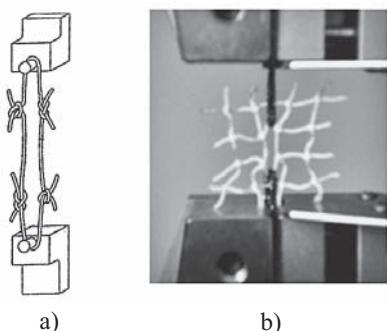
Kod definiranja **istezljivosti pređe** za izradu ribarskih mreža prema normi ISO 3790 [42], uzorak se na kidalice opterećuje silom koja iznosi polovicu prosječne prekidne sile dobivene ispitivanjem prekidne sile pređe u uzlu prema HRN EN ISO 1805 [40]. Razmak između stezaljki trebao bi iznositi 500 mm, vrijeme istezanja uzorka  $30 \pm 3$  s, a predopterećenje pri ispitivanju bi trebalo odgovarati masi



Sl.20 Postavljanje uzorka u stezaljke kidalice kod ispitivanja prekidne sile: a) pređe, b) pređe u uzlu [40]

Tab.4 Pregled norma i metoda za karakterizaciju ribolovnih mreža

HRN EN ISO 1805:2008	Ribarske mreže $\Sigma$ Određivanje prekidne sile i prekidne sile u uzlu pređa za izradu mreža
HRN EN ISO 1806:2003	Ribarske mreže $\Sigma$ Određivanje prekidne sile oka mreže
ISO 3790:1976	Fishing nets $\Sigma$ Determination of elongation of netting yarns
HRN EN ISO 16663-1:2009	Ribarske mreže $\Sigma$ Metoda ispitivanja za određivanje veličine oka $\Sigma$ 1. dio: Duljina otvora oka



Sl.21 Ispitivanje prekidne sile oka mreže: a) na uzorku jednog oka, b) na uzorku veličine 3 x 3 oka [41]

duljine  $250 \pm 25$  m ispitivane pređe. Ispitivanje je potrebno ponoviti minimalno 10 puta, a kao rezultat ispitivanja daje se vrijednost prosječnog istezanja [%] utvrđenog uz definirano opterećenje i statistički pokazatelji varijabilnosti.

Utvrđivanje **duljine otvora oka** ribarskih mreža prema HRN EN ISO 16663-1 [43] se provodi pomoću preciznog mjerila prikazanog na sl.22. Graničnici pomične vilice mjerila postavljaju se u otvor oka mreže, a duljina otvora oka mjeri se automatski uz djelovanje definiranog opterećenja: 20 N za duljinu oka manju od 35 mm, 50 N za oka duljine 35-55 mm i 125 N za oka duljine veće od 55 mm kod mreža za aktivne ribolovne alate. Kod ispitivanja duljine otvora oka pasivnih ribolovnih alata primjenjuje se sila od 10 N za sve ispitivane duljine oka, također uz konstantnu brzinu pomaka stezaljki od  $300 \pm 30$  mm/min. Kada se mjeri duljina otvora oka mreže romboidnog oblika, opterećenje se aplicira u smjeru najdulje osi oka mreže (N smjer kod uzlanih mreža; smjer dulje dijagonalne osi kod pletenih mreža). Kod mreže kvadratnog oblika oka mjerjenje se provodi u smjeru obiju dijagonalala, a kao rezultat daje se veća izmjerena vrijednost. Potrebno je izmjeriti veličinu najmanje 20 uzastopnih oka mreže. Kao rezultat se daje vrijednost prosječne duljine otvora oka [mm] uz statističke pokazatelje varijabilnosti.

Utvrđivanje **duljine oka** ribarskih mreža prema normi HRN EN ISO 16663-2 [44] se provodi pomoću ravnog mjerila s milimetarskom raspo-

djem (ravnala). Na ovaj način se najčešće utvrđuje duljina oka mreže namijenjene za izradu pasivnih ribolovnih alata. Mreža se ručno istegne u N smjeru i mjeri duljina 5 uzastopnih oka mreže uz preciznost od 1 mm. Duljina oka se potom računa na način da se dobivena udaljenost podijeli s 5. Potrebno je načiniti najmanje 10 mjerjenja, a računa se vrijednost prosječne duljine oka [mm] uz pripadajuće vrijednosti statističkih pokazatelja varijabilnosti.

Uredbom Vijeća (EU) br. 517/08 [45] propisan je način utvrđivanja duljine otvora oka mreže i promjera tzv. mrežnog konca pri inspekcijskoj kontroli. Način utvrđivanja duljine otvora oka mreže sukladan je normi HRN EN ISO 16663-1 [43], a **debljina mrežnog konca** se utvrđuje pomoću posebnog mjerila (sl.23). Prilikom mjerjenja uglavnom se odabire 10 oka mreže na kojima se mjeri debljina dviju nasuprotnih stranica oka, vodeći pritom računa da odabir oka ne uključuje oštećena ili popravljena oka mreže. Definirano je da se kod mreža izrađenih iz jednostrukog mrežnog tega sa romboidnim oblikom oka mjeri debljina konca na nasuprotnim stranama 10 odabranih mrežnih oka, dok se kod dvostrukog mrežnog tega istog oblika oka mjeri debljina oba konca, na nasuprotnim stranama 5 odabranih oka mreže. Kod jednostrukog mrežnog tega kvadratnog oblika oka mjeri se debljina konca jedne stranice 20 oka (uvijek iste stranice kod svakog oka), dok se kod

dvostrukog mrežnog tega mjeri debljina oba konca jedne stranice 10 mrežnih oka (pri čemu se također kod svakog oka odabire ista strana). Ocjeđena debljina konca je zadovoljavajuća ako se najmanje 75 % izmjerenih vrijednosti nalazi unutar granica dozvoljenog odstupanja [45].

## 7. Podjela ribarskih mreža prema načinu lova

### 7.1. Povlačni ribolovni alati

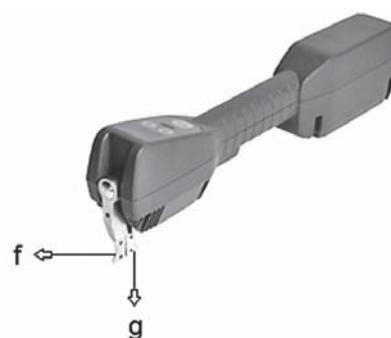
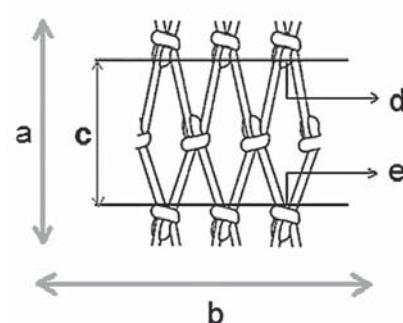
Povlačni ribolovni alati svojom konstrukcijom i ribolovnom tehnikom omogućavaju lovљenje objekta ulova koji se nalazi na putu njihovog djelovanja. Označuju svaki ribolovni alat koji se povlači snagom ribarskog plovila ili vuče vitlom dok je ribarsko plovilo usidreno ili se polako kreće, kao i one koji se povlače s kopna pomoću vitla na plovilu koje je privезano uz obalu ili fizičkom snagom čovjeka [26, 28].

#### 7.1.1. Povlačne mreže

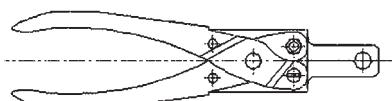
Prema važećem Zakonu o morskom ribarstvu (NN br. 81/13, 14/14) [24] koji upućuje na Uredbu vijeća (EU) br. 1967/2006 [26] u skupinu povlačnih mreža, ubrajaju se: povlačne mreže koće, mreže potegače i obalne mreže potegače.

#### Koće

Povlačne mreže  $\Sigma$  koće aktivno se povlače glavnim brodskim motorom. Sastoje se od tijela u obliku stošca ili



Sl.22 Prikaz mjerila za mjerjenje duljine otvora oka mreže i pozicije mjerjenja: a) N smjer mreže, b) T smjer mreže, c) duljina otvora oka, d) pozicija pomičnog graničnika vilice mjerila, e) pozicija fiksнog graničnika vilice mjerila, f) pomični graničnik mjerila, g) fiksni graničnik mjerila



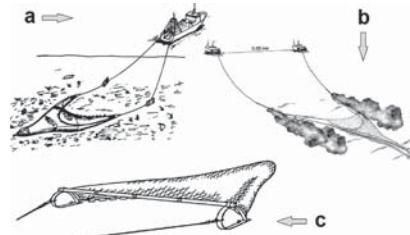
Sl.23 Mjerilo za utvrđivanje debljine mrežnog konca [45]

piramide (tijela povlačne mreže) u prednjem dijelu, a u stražnjem su dijelu zatvorene vrećom koće (sakom) na čijem se vrhu nalazi pokrov (košulja) (sl.24). Horizontalni otvor koće postiže se širilicama, gredom ili okvirom različitog oblika i veličine. U Jadranu se najčešće koriste pridne koće sa širilicama, rjeđe pridnene koće s gredom. Prema području primjene, koće se dijele na one koje se povlače po morskom dnu (pridnene koće) i one koje se povlače u slobodnoj morskoj vodi (pelagijske koće) (sl.25 i 26) [26, 28].

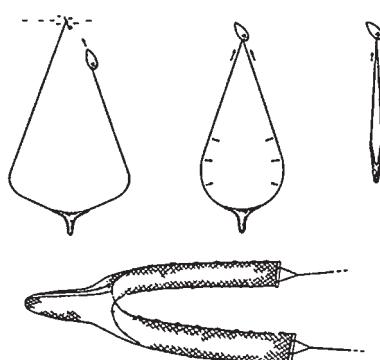
### Mreže potegače

Potegače su mreže kojima se okružuje određeni voden prostor, a zatim se pomoću užadi pričvršćene na krajeve potežu na plovilo u mirovanju. Sastoje se iz dva bočna krila i središnjeg dijela u obliku žlice ili vreće u stražnjem dijelu, a mogu se upotrebljavati od površine do dna ovisno o ciljnoj vrsti ulova (sl.27) [25-28].

### Obalne mreže potegače

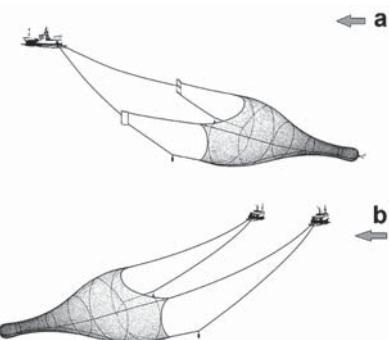


Sl.25 Vrste pridnenih koća: a  $\Sigma$  sa širilicama, b  $\Sigma$  koće koje se povlače pomoću dva plovila, i c  $\Sigma$  s gredom



Sl.27 Mreža potegača

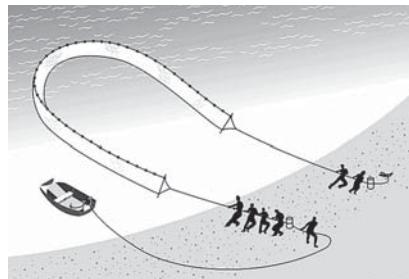
će, potegače, obalne potegače) i iznosi 40 mm za povlačne mreže s kvadratnim oblikom oka te 50 mm za mreže



Sl.26 Vrste pelagičnih koća: a  $\Sigma$  sa širilicama, b  $\Sigma$  koće koje se povlače pomoću dva plovila

Ovo su ribolovni alati kojima se ogradije morski prostor, a prema obali se potežu užetom pomoću vitla na plovilu koje je privezano uz obalu ili fizičkom snagom čovjeka (sl.28) [25, 28].

Prema važećim propisima [24, 26] utvrđena je jedinstvena najmanja veličina otvora oka za sve povlačne mreže (ko-



Sl.28 Obalna mreža potegača

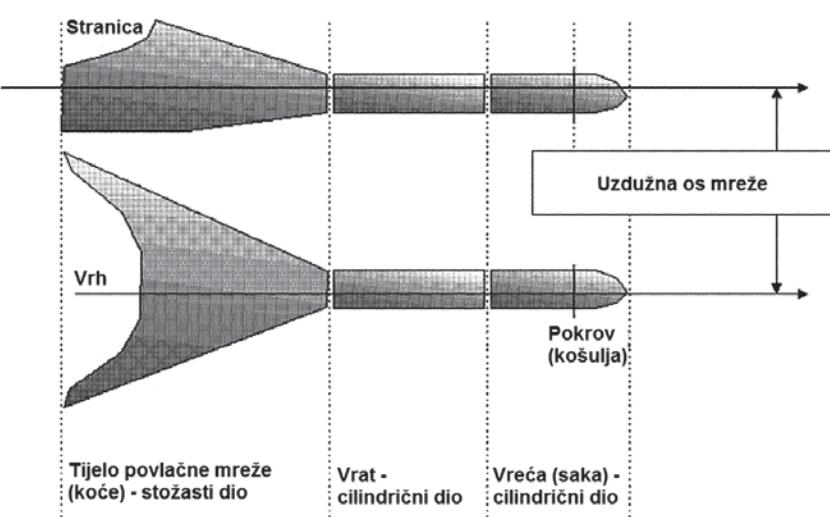
romboidnog oblika oka. Izuzetak čine mreže za lov srdela i inčuna čija je najmanja dozvoljena veličina otvora oka 20 mm (ukoliko nakon ulova inčuni i srdele iznose najmanje 80 % žive vase). Promjer (debljina) tzv. mrežnog konca za izradu vreće koće mora biti manji od 3 mm, a za izradu tijela koće, manji od 6 mm.

### 7.1.2. Dredže

Dredže su povlačni ribolovni alati u koje se ubrajaju rampon i kunjkara, a namijenjeni su isključivo za ulov školjkaša, različitih su oblika i veličina, a obično se sastoje od metalnog okvira i mrežne vreće koja je ne rijetko izrađena od žice (sl.29).

**Rampon** se sastoji od metalnog okvira s depresorom na koji je pričvršćena vreća od mrežnog tega. Ribolov ramponom obavlja se povlačenjem jednog ili više rampona po morskom dnu.

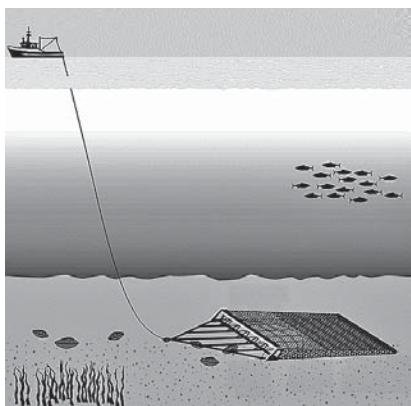
**Kunjkara** se sastoji od metalnog okvira ili drvene grede na koju je pri-



Sl.24 Konstrukcija koće [45]

čvršćena vreća namijenjena za izlov kunjke (*Arca noae*). Metalni okvir ili greda kunjkare sa strugačem smije biti dodatno opterećena utezima, a duljina okvira ne smije biti veća od 2,8 m. Veličina otvora oka mreže vreće kunjkare ne smije biti manja od 28 mm. Lov kunjkicom obavlja se njenim povlačenjem po morskom dnu, pri čemu je zabranjeno povlačenje više od dvije kunjkare po plovilu.

**Hidraulična dredža** (vongolara) je namijenjena lovnu školjkaša iz porodice ladinki (*Veneridae*) kao što su kućica (*Ruditapes decussatus*), vongola ili kokoš (*Chamelea gallina*) i prnjavica ili brlavica (*Venus verru-*



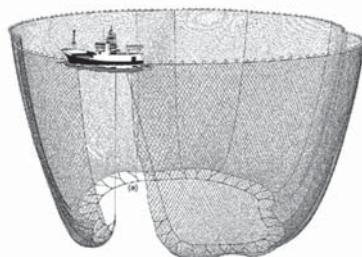
Sl.29 Dredža

cosa), a za otkopavanje školjkaša iz sedimenta koristi vodu pod tlakom. Povlači se po pjeskovitom morskom dnu pomoću vitla (sl.29) [25, 28].

## 7.2. Okružujući ribolovni alati (plivarice)

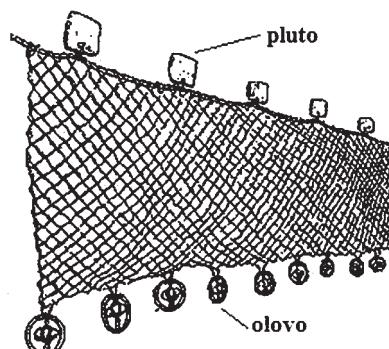
Okružujućim mrežama se tijekom ribolova ribu okružuje s bočnih strana, ali i s donje strane. Plivarice su okružujuće ribolovne mreže koje su opremljene stezačem. Riba se plivaricom kružno opkoljuje, a zatim se uz pomoć stezača (imbroja) donji dio mreže (olovnja) sasvim stisne i riba ostaje zarobljena u nastaloj vreći (sl.30). Mogu se koristiti za izlov pelagijskih ili pridnenih vrsta. Ovo je najveća mreža koja se koristi u Jadranskom moru.

Budući da pluto nadjačava olovo, ove mreže „plivaju“ (sl.31). Sustav pluta na



Sl.30 Mreža plivarica

gornjem rubnom dijelu mreže omogućava joj da dobije željeni oblik te svojim gornjim dijelom ostane pri površini mora. Olovnja (sustav olova na donjem rubnom dijelu mreže) daju težinu mreži te joj omogućavaju da se istegne i poprimi željeni oblik [25-28].



Sl.31 Sustav pluta i olova na plivarici

Dimenzije pojedinih mreža ovog tipa i veličina njihova otvora oka ovise o lovnu određene vrste ribe, no prema važećim propisima [26] najmanja dozvoljena veličina otvora oka mreža plivarica iznosi 14 mm.

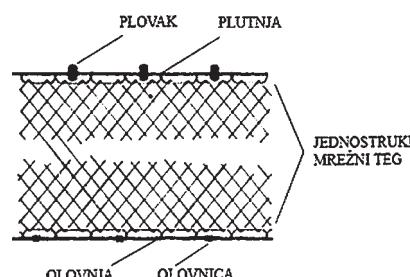
## 7.3. Zaglavljajući ribolovni mrežni alati (mreže stajaćice)

Ribolovom mrežama stajaćicama razumijeva se ribolov potapanjem mreža na doček i na zapas. Potapanje na doček podrazumijeva postavljanje mreže na morsko dno ili u vodenim stupcima. Potapanje na zapas razumijeva ogradijanje plova ribe mrežom, a zatim naizmjeničnim spuštanjem i dizanjem mreže zbijanje ribe na uži prostor iz kojeg se izlovljava. U ribolovu na zapas dopušteno je koristiti najviše 500 m ukupne duljine mreže stajaćice. Ovi pasivni ribolovni alati funkcioniraju na način da se riba za-

glavljuje u oka mreže pri pokušaju prolaska kroz mrežni zastor. Upotrebjavaju se za lov pridnene i pelagične ribe, podjednako u morskom i slatkovodnom ribolovu. Načinjene su od tankog i elastičnog mrežnog tega, često obojenog (kako bi bio što manje uočljiv), razapetog između konopa plutnje i olovnje. Mreže su pravokutnog ili trapeznog oblika, samo jedne veličine oka, i ciljano se koriste za izlov ribe određenih dimenzija. Između plutnje, olovnje i mrežnog tega postoji umetnuti potplet i vrlo pokretljiva veza. Uloga potpleta je da očuva osnovni teg koji je izrađen od finije prede. Prvo oko potpleta, koje se spaja na osnovni teg mreže, je izrađeno od deblje prede od mrežnog tega, drugo oko potpleta od još deblje, a najdeblja preda se koristi za potplet oko plutnje odnosno olovnje. Oka mrežnog tega se nabiru na obrubljujući užad (plutnju i olovnju). Gustoća nabiranja mrežnog tega zadana je određenim koeficijentom. U našoj ribolovnoj praksi je uobičajeno da se nabire „na treću“, tj. uz koeficijent 0,67 [28].

Prema konstrukciji se mreže stajaćice dijele na:

**Jednostrukе mreže stajaćice (zaglavljajuće mreže)** koje se sastoje od jednog sloja mrežnog tega koji sustav pluta i olova drži u vodi vertikalno usmjerjenim. Učvršćuju se na morskom dnu i pritom zadržavaju alat na mjestu blizu morskog dna (*pridnene*) ili plutaju u vodenom stupcu (*plutajuće*).



Sl. 32 Konstrukcija jednostrukih mreža stajaćica [28]

*tajuće*). Najmanja dozvoljena veličina otvora oka za ovu vrstu mreža iznosi 16 mm. Izuzetak čine stajaćice za ulov rumenca okana (ukoliko ta vrsta

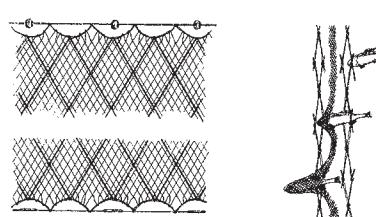
čini najmanje 20 % ulova žive vase), kod kojih je dozvoljena veličina otvora oka 100 mm (sl.32).

Jednostrukne mreže stajaćice koriste se i prilikom lova tramatom (ludrom i fružatom). (*Ribolov tramatom odn. ludrom i fružatom je tehnika ribolova namijenjena ulovu sparidnih vrsta riba. Obavlja se ogradijanjem morskog prostora konopima, nakon čega se riba usmjerava i sabija na manji prostor iz kojeg se završno izlovljava; Ludar je način ribolova uz uporabu fraškana, okičenih ili neokičenih konopa, kaluma s plovčicama, jednostrukih mreža stajaćica i kvadruna, pri čemu se sa svake strane fraškana dozvoljava najviše 2000 m konopa; Fružata je način ribolova uz uporabu jednostrukih mreža stajaćica (prostica), okičenih ili neokičenih konopa i kaluma s plovčicama i kvadruna, pri čemu je jedan kraj mreža stajaćica pričvršćen na obali, a na drugom kraju privezan konop dužine do 2000 m)*)

Kod ribolova ludrom i fružatom najmanja dozvoljena veličina otvora oka jednostrukih mreža stajaćica je 32 mm, a kod ribolova ludrom najmanja veličina otvora oka kvadruna je 22 mm (*Kvadrun - posebna mreža četverokutnog oblika bez plutnje, samo s olovnjom*) [25, 26, 28].

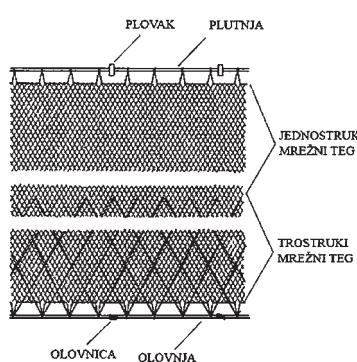
**Trostrukne mreže stajaćice (zaplićuće mreže)** - mreže koje se učvršćuju na morskom dnu. Izrađene su od trostrukog mrežnog tega koji se sastoji od središnjeg mrežnog tega (mahe) i po jednog vanjskog tega (popona) sa svake strane mahe, a mogu biti jednopodne ili dvopodne (sl.33). Ova vrsta mreža može biti samo pridnena. Najmanje dozvoljene veličine otvora oka ovih vrsta mreža [26] su:

- 40 mm (maha) i 150 mm (popun) uz visinu od 8 oka za jednopodne i dvopodne mreže. Iznimno je dopuštena veličina otvora oka mahe između 32 - 40 mm pri lovу sipe (*Sepia officinalis*),
- 120 mm (maha) i 350 mm (popun) za jednopodne mreže namijenjene lovу romba (*Psetta maxima*) i hrskavičnika;



Sl. 33 Trostruka mreža stajaćica i način zaplitana ulova [28]

**Kombinirane mreže stajaćice (zaglavljajuće - zaplićuće mreže)** - jednostrukne mreže stajaćice čiji je donji dio



Sl.34 Kombinirana (zaglavljajuće - zaplićuća) mreža stajaćica [28]

zamijenjen kombiniranim trostrukom mrežom stajaćicom. U našem ribarstvu upotrebljavaju se dvopodne zaglavljajuće - zaplićuće mreže koje se sastoje od jednostrukog gornjeg i trostrukog donjeg mrežnog zastora (sl.34) [26, 28].

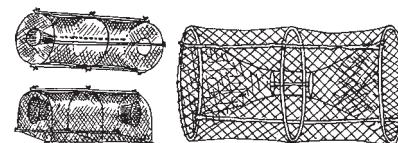
#### 7.4. Klopasti ribolovni alati (klopke)

Klopke su ribolovni alati koji se učvršćuju ili postavljaju na dno te služe kao zamka za ulov morskih vrsta. Klopke su izrađene u obliku košare, vrše, cilindra ili krletke. U većini slučajeva se sastoje od tvrdog ili polutvrdog okvira izrađenog iz različitih materijala (drvo, šiblje, metalni štapovi, žičana mreža, itd.) koji se može, ali i ne mora, pokriti mrežom. Imaju jedan ili više lijevaka ili otvora s glatkim krajem koji vrstama omogućavaju ulazak u unutrašnji prostor. Mogu se koristiti zasebno ili u skupinama. Kad se koriste u skupinama, glavno uže nosi brojne klopke na bočnim užicama različite duljine i udaljenosti, ovisno o ciljnoj vrsti.

Ovakvi ribolovni alati svojom konstrukcijom omogućavaju ribi (a razumijeva se da može ući i školjka, sipa, lignja ili sl.) ulazak u njih, a otežavaju ili onemogućuju izlazak. Djeluju po načelu labirinta, a upotrebljavaju se u morskom i u slatkovodnom ribolovu [26, 28].

Pod ribolovnim vršama i drugim klopama razumijevaju se:

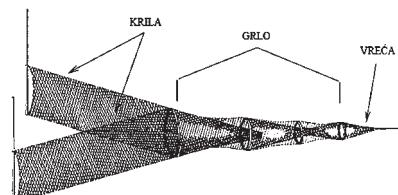
**Vrše za lov ribe** koje se sastoje od okvira na kojem je razapeta i učvršćena mreža. Postavljaju se na morsko dno pojedinačno ili u skupinama. Najmanja dozvoljena veličina otvora oka mreže iznosi 32 mm [25].



Sl. 35 Vrše za lov rakova i škampa različitih konstrukcija [27]

**Vrše za lov škampa** - klopke namijenjene za lov sitnih rakova: škampa (*Nephrops norvegicus*) i vabića (*Squilla mantis*). Sastoje se od okvira na kojem je razapeta i učvršćena mreža, a svaka vrša ima do dva vršnjaka (ulaza). Najmanja veličina otvora oka mreže smije iznositi 18 mm [25] (sl.35).

**Vrše za lov velikih rakova** - klopke namijenjene za lov jastoga (*Palinurus elephas*), hlapa (*Homarus gammarus*) i kuke (*Scyllarides latus*). Također se sastoje od okvira na kojem je razapeta i učvršćena mreža, a svaka vrša ima do dva vršnjaka (ulaza). Najmanja veličina otvora oka mreže smije iznositi 55 mm [25] (sl.35).



Sl.36 Stajaći (jednokrilni) kogol

**Stajaći kogol (Trata za ulov jegulje)** - klopka koja se sastoji od krila i vreće izrađenih od mreže. Koristi se

tako da se krila i vreća postavljaju na motke zabijene u dno, a njima se pregrađuju korito rijeke ili njezini pritoci, rukavci i kanali. Najmanja dozvoljena veličina otvora oka mreže iznosi 12 mm [25] (sl.36).

**Stajaći jednokrilni kogol za ulov gavuna (Gavunet)** - namijenjen ulovu olige (*Atherina boyeri*) i običnog gavuna (*Atherina hepsetus*). Sastoji se od jednog krila i vreće izrađenih od mreže. Dozvoljena veličina otvora oka mreže gavuneta je između 5 i 12 mm (sl.36) [25, 26].

## 8. Zaključno razmatranje

Svjedočimo brzom razvoju ribarstva, sustavnom izlovu ribe i ostalih morskih organizama kako na svjetskoj i europskoj razini tako i u Jadranskom akvatoriju. Stoga je i selektivnost ribolovnih alata vrlo važna za očuvanje ekosustava i sprječavanje rasta stope smrtnosti nedoraslih riba. No, ulaskom Hrvatske u EU, tj. usklađivanjem Zakona o morskom ribarstvu [24] s europskim zahtjevima na tom području, povećana su ograničenja u pogledu dimenzijskih karakteristika pojedinih elemenata mreže, a posebice veličine otvora oka. To se veoma loše odražava na hrvatski gospodarski ribolov s dugogodišnjom tradicijom primjene ribolovnih alata danas zabranjenih dimenzija. Stoga proizlazi zaključak da je za tekstilne stručnjake, a posebice one koji se bave tehničkim tekstilom s jedne strane i ribare s druge strane neophodno poznavati najnovije smjernice u području poznavanja i karakterizacije mrežnih struktura. Pritom ne treba zanemariti potrebu poznavanja i ispitivanja trajnosti mrežnih alata, vrednovanja utjecaja kojima su ribarske mreže izložene tijekom uporabe te mogućnosti njihova zbrinjavanja, ponovne uporabe (prenamjene) i oporabe poznajući sveopće prisutan ekološki problem vezan uz zagodenje mora izgubljenim ili odbačenim mrežama.

## Literatura:

- [1] Hammer J.M. et al.: Plastics in the marine environment: the dark side of a modern gift, *Reviews of environmental contamination and toxicology*, Springer, New York 2012, 1-44, ISBN 978-1-4614-3413-9
- [2] Bellido J.M. et al.: Fishery discards and bycatch: solutions for an ecosystem approach to fisheries management?, *Hydrobiologia* 670 (2011.) 1, 317-333
- [3] Good T.P. et al.: Derelict fishing nets in Puget Sound and the Northwest Straits: Patterns and threats to marine fauna, *Marine Pollution Bulletin* 60 (2010) 1, 39-50
- [4] Baeta F. et al.: Trammel nets' ghost fishing off the Portuguese central coast, *Fisheries Research* 98 (2009) 1-3, 33-39
- [5] Erceg M. i sur.: Utjecaj recikliranja na toplinska svojstva i kinetiku toplinske razgradnje polipropilena, *Polimeri: časopis za plastiku i gumu* 32 (2011) 2, 74-80
- [6] Kwokal Ž., B. Štefanović: Utjecaj nautičkog turizma na Jadransko more i obalu, *Zbornik radova 2. Adriatic Boat Show, Šibenik, Croatia, September 19<sup>th</sup> 2009.*, 2-9
- [7] Seung-Soo K. et al.: Thermal pyrolysis of fresh and waste fishing nets, *Waste Management* 25 (2005. 8, 811-817
- [8] ....: Econyl, dostupno na: [http://www.econyl.com/admin/files/gallery/media/ECONYL\\_regeneration\\_process.pdf](http://www.econyl.com/admin/files/gallery/media/ECONYL_regeneration_process.pdf), posjećeno 12.02.2014.
- [9] ....: Recycling of fishing nets Denmark, dostupno na: <https://www.google.hr/webhp?hl=hr&tab=Tw#hl=hr&q=recycling+of+fishing+nets+denmark&spell=1>, posjećeno 12.02.2014.
- [10] Mahdi H. S. et al: A simple review of soil reinforcement by using natural and synthetic fibers, *Construction and Building Materials* 30 (2012), 100-116
- [11] Kim Y.T. et al: Mechanical behavior of lightweight soil reinforced with waste fishing net, *Geotextiles and Geomembranes* 26 (2008) 6, 512-518
- [12] Thomas S.N., C. Hridayanathan: The effect of natural sunlight on the strength of polyamide 6 multi-filament and monofilament fishing net materials, *Fisheries research* 81 (2006) 2, 326-330
- [13] Al-Oufi H. et al: The effects of solar radiation upon breaking strength and elongation of fishing nets, *Fisheries research* 66 (2004) 1,115-119
- [14] Sala A. et al: The change in physical properties of some nylon (PA) netting samples before and after use, *Fisheries research* 69 (2004) 2, 181-188
- [15] Moe H. et al: Tensile properties for netting materials used in aquaculture net cages, *Aquacultural engineering* 37 (2007) 3, 252-265
- [16] Tomljenović A. et al: The influence of ageing simulation on polyamide 6.6 netting yarns for fishing nets, *Proceedings of International Symposium of the 6<sup>th</sup> International Textile, Clothing & Design Conference - Magic World of Textiles, Dubrovnik, Croatia, 07<sup>th</sup>-10<sup>th</sup> October 2012,* 589-594, ISSN 1847-7275
- [17] Rusak K.: Quality control of polyamide materials for specific application, *Proceedings of International Symposium of the 16<sup>th</sup> International Conference on Printing, Design and Graphic Communications Blaž Baromić, Senj, Croatia, September 26<sup>th</sup>-29<sup>th</sup> 2012.*, 647-658, ISSN 1848-6193
- [18] Tomljenović A. et al: Property changes of fishing nets made of polyamide 6 after simulated ageing, *Proceedings of International conference on materials, tribology, recycling, MATRIB, Vela Luka, Croatia, June 27<sup>th</sup>-29<sup>th</sup> 2013.*, 15-19, ISSN 1848-5359
- [19] Tomljenović A. et al: Durability of PA6 and PA6.6 Materials for Fishing Gears after Natural Ageing, *Proceedings of 17th International Conference on Printing, Design and Graphic Communications Blaž Baromić, Senj, Croatia, October 2<sup>th</sup>-5<sup>th</sup> 2013.*, 519-530, ISSN 1848-6193
- [20] Sun P. et al: Relationship between trawl selectivity and fish body size in a simulated population, *Chinese Journal of Oceanology and Limnology* 31 (2013.) 2, 327-333
- [21] Catchpole T.L., A.S. Revill: Gear technology in Nephrops trawl

- fisheries. Reviews in fish biology and fisheries 18 (2008) 1, 17-31
- [22] Suuronen P., F. Sardá: By-catch reduction techniques in European fisheries: traditional methods and potential innovations. By-catch Reduction in the World's Fisheries. Springer, Netherlands 2007., 37-74, ISBN 978-1-4020-6077-9
- [23] Bahamon N. et al.: Selectivity of flexible size-sorting grid in Mediterranean multispecies trawl fishery, Fish Sci 73 (2007) 6, 1231–1240
- [24] Zakon o morskom ribarstvu, Hrvatski sabor, Narodne novine br. 81/13, 14/14
- [25] Pravilnik o ribolovnim alatima i opremi za gospodarski ribolov na moru, Ministarstvo poljoprivrede, Narodne novine br. 56/10, 127/10, 148/10, 25/11
- [26] Council Regulation (EC) No 1967/2006 of 21 December 2006 concerning management measures for the sustainable exploitation of fishery resources in the Mediterranean Sea
- [27] Zakon o morskom ribarstvu, Hrvatski sabor, Narodne novine br. 56/10
- [28] Cetinić P., J. Swiniarski: Alati i tehnika ribolova, Logos, Split, 1985.
- [29] Oxvig U., U.J. Hansen: Fishing gears, Fiskericirklen, 2007
- [30] Geoffrey B.: Temeljni uzlovi i osnove uzlanja, Leo-commerce d.o.o., Rijeka 2006., ISBN 953-218-127-X
- [31] Čunko R., M. Andrassy: Vlakna, Zrinski d.d., Čakovec 2005., ISBN 953-155-089-1
- [32] HRN EN ISO 1107:2003 Mrežaste tvorevine ∑ Osnovni nazivi i definicije
- [33] HRN EN ISO 1139:2003 Tekstil - Označivanje pređa
- [34] ISO 858:1973 Fishing nets ∑ Designation of netting yarns in the Tex System
- [35] HRN EN ISO 1530:2003 Ribarske mreže ∑ Opis i obilježavanje uzlanih mrežastih tvorevina
- [36] Raljević M.: Ribarske mreže, Tekstil 29 (1980) 12, 875-879
- [37] ISO 1531:1973 Fishing nets ∑ Hanging of netting ∑ Basic terms and definitions
- [38] ISO 1532:1973 Fishing nets ∑ Cutting knotted netting to shape („tapering“)
- [39] ISO 3660:1976 Fishing nets ∑ Mounting and joining of netting ∑ Terms and illustrations
- [40] HRN EN ISO 1805:2006 Ribarske mreže ∑ Određivanje prekidne sile i prekidne sile u čvoru pređa za pletenje mreža
- [41] HRN EN ISO 1806:2002 Ribarske mreže ∑ Određivanje prekidne sile oka mrežastih tvorevina
- [42] ISO 3790:1976 Fishing nets ∑ Determination of elongation of netting yarns
- [43] HRN EN ISO 16663-1:2009 Ribarske mreže ∑ Metoda ispitivanja za određivanje veličine oka ∑ 1. dio: Duljina otvora oka
- [44] HRN EN ISO 16663-2:2003 Ribarske mreže ∑ Metoda ispitivanja za određivanje veličine oka ∑ 2. dio: Duljina oka

**SUMMARY****Fishing nets - types, properties and characterization***A. Tomljenović, K. Rusak*

As themes related to fishing nets have not been systematically dealt with in the framework of the recent scientific literature published in Croatia, the paper presents a summary of the topics based on the new law and normative provisions with an overview of the relevant scientific literature. Presented is a detailed review of the division of fishing nets by the method of fishing, the materials used to manufacture them (fibers and yarns) and ways of making fishing nets. By overviewing the standards related to the topic of research a review of basic terms related to fishing nets, individual net elements and fishing net mesh, as well as ways of cutting, fixing, joining and setting up fishing nets is given. The methods for the characterization and regular quality control of the final product are described, and the dimensional limitations of fishing gear prescribed by the accession of Croatia to the EU are pointed out.

**Key words:** fishing nets, characterization and regular quality control

*University of Zagreb, Faculty of Textile Technology*

*Department of Materials, Fibres and Textile Testing*

*Zagreb, Croatia*

*e-mail: antoneta.tomljenovic@ttf.hr*

*Received February 24, 2014*

**Fischernetze - Arten, Eigenschaften und Charakterisierung**

Da Themen, die sich auf Fischernetze beziehen, nicht systematisch in der neueren kroatischen wissenschaftlichen Literatur behandelt worden sind, gibt dieser Artikel eine Zusammenfassung der Themen basierend auf dem neuen Gesetz und den normativen Bestimmungen mit einem Überblick über die relevante Fach- und Wissenschaftsliteratur. Ein ausführlicher Überblick über die Einteilung der Fischernetze gemäß der Fischfangmethode, den verwendeten Materialien (Fasern und Garnen) und der Herstellungsart von Fischernetzen wird gegeben. Durch eine Übersicht über die Normen, die mit der Thematik verbunden sind, wird auch eine Übersicht über die grundlegenden Begriffe über Fischernetze, einzelne Fischernetzelemente und Maschenweite sowie über die Art des Schneides, der Befestigung, der Verbindung und der Aufstellung der Fischernetze gegeben. Methoden zur Charakterisierung und zur regelmäßigen Qualitätskontrolle des fertigen Produkts werden beschrieben und auf die dimensionalen Beschränkungen der Fischfanggeräte vorgeschrrieben durch den Beitritt Kroatiens zur EU hingewiesen.

## Tekstil u kontekstu održivog razvoja

**Marijana Pavunc**, mag.ing.techn.text.

Izv.prof.dr.sc. **Edita Vujasinović**

**Iva Matijević**, mag.ing.techn.text.

Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet

Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila

Zagreb, Hrvatska

e-mail: marijana.pavunc@ttf.hr

Prispjelo 3.12.2013.

UDK (677+687).02

Pregled\*

*U suvremenom svijetu ideja održivog razvoja sve je popularnija, a razlog tome je intenzivan razvoj koji nije vodio računa o zaštiti okoliša i prirodnih resursa te sve veća svjesnost ljudi da današnji stil života sve više ugrožava okoliš. Svakodnevno se spominje održivi razvoj, održivo gospodarstvo, održivo društvo, ali i postavlja pitanje koliko i kako pojedinac ili interesna skupina razumije i percipira značenje pojma održivi razvoj i održivost. Definicije održivog razvoja su različite, a jedna od najprihvatljivijih definicija je ona koju je dala Svjetska komisija za okoliš i razvoj u svom izvješću u kojem se održivi razvoj definira kao razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjih generacija bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe. Održivi razvoj može se smatrati otvorenim procesom koji neprekidno vodi do promjena ciljeva i prioriteta, a ima za cilj postizanje održivosti u svim aspektima ljudskog života. Kako se u kontekstu održivog razvoja pozicionira tekstil i percipira tekstilna industrija dovoljno govori činjenica da se globalno, tekstilna industrija još uvijek smatra jednim od najvećih zagađivača okoliša, a sam tekstil kao sve veća i rastuća ekološka prijetnja. Da bi se postigla kompatibilnost tekstila i tekstilne industrije s konceptom održivog razvoja, potrebno je princip održivosti ugraditi u sve segmente proizvodnje tekstila, počevši od dizajna (ekodizajna, zelenog dizajna ili održivog dizajna), korištenja održivih sirovina i održivih načina proizvodnje pa sve do krajnjeg zbrinjavanja ili odlaganja otpadnih tekstilija na kraju njihova životnog ciklusa.*

**Ključne riječi:** održivi razvoj, tekstilna industrija, ekodizajn, europska inicijativa

### 1.Uvod

Pojmovi održivi razvoj i održivost postaju sve popularniji u suvremenom svijetu, a razlog tome je intenzivan

razvoj koji nije vodio računa o zaštiti okoliša i prirodnih resursa. Ideja održivog razvoja oslanja se na ambicioznu ideju prema kojoj razvoj ne smije ugrožavati budućnost dolazećih naraštaja trošenjem neobnovljivih izvora i dugoročnim devastiranjem i zagađivanjem okoliša [1]. Djelovanjem u zaštiti okoliša osigurava se cjelovito

očuvanje kakvoće okoliša, očuvanje bioraznolikosti, georaznolikosti i krajobrazne raznolikosti, racionalno korištenje prirodnih dobara i energije na najpovoljniji način za okoliš, što predstavlja osnovni uvjet zdravog života i temelj koncepta održivog razvitka [2]. Iako se svaki dan sluša o novim održivim inicijativama, gdje

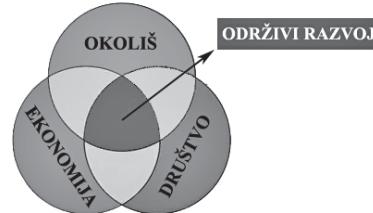
\*Izlaganje na savjetovanju Tekstilni dani Zagreb 2013 - Novosti i poslovanje struke nakon pristupanja Hrvatske Europskoj uniji, 6.12.2013., Zagreb

je obrazovanje ključ za podršku i razvoj tih inicijativa, mnogi još nisu svjesni značenja pojma održivi razvoj i održivost.

Definicije održivog razvoja su različite, a jedna od najprihvatljivijih definicija je ona koju je dala Svjetska komisija za okoliš i razvoj (engl. WCEM  $\Sigma$  World Commission on Environment and Development) 1987. godine u svom izvješću "Naša zajednička budućnost", također poznato i kao „Brundtland izvješće“ u kojem se održivi razvoj definira kao razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjih generacija bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe [3, 4].

Održivi razvoj je otvoreni proces koji neprekidno vodi do promjena ciljeva i prioriteta, a ima za svrhu postizanje održivosti u svim aspektima ljudskog života. Iako se taj pojam često ograničava na zaštitu okoliša, održivost podrazumijeva ravnotežu između tri elementa, odnosno uključuje težnju za ekonomskim prosperitetom, kvalitetom okoliša i socijalnom jednakost. Prema tome polje održivog razvoja konceptualno se može podijeliti na tri sastavna dijela: održivost okoliša, ekomska održivost i socijalna održivost (sl.1) [4]. U skladu s tim i kompanije bi trebale podjednaku pažnju usmjeriti na socijalne i ekološke posljedice njihovih aktivnosti, a ne samo na profitabilnost. Dugoročno gledano, kako bi ostale konkurentne na tržištu, trebaju razviti i ponuditi proizvod razvijen u skladu s održivim razvojem [5]. Održivim proizvodom smatra se onaj proizvod koji je proizveden na način koji ima najniži mogući negativan utjecaj na okoliš, koji uvažava socijalni aspekt koji se odnosi na poštenu trgovinu i ljudska prava ljudi koji su uključeni u cijeli proizvodni lanac, a jednako važno je da održivi proizvod bude konkurentan na tržištu [6].

Prema Europskoj komisiji, tekstilna i odjevna industrija je raznolika i raznovrsna industrija koja pokriva veliki spektar aktivnosti od proizvodnje vlakana i njihove transformacije u



Sl.1 Tri sastavnice održivog razvoja

pređe, pletiva, tkanine ili netkane tekstilije koje se koriste za izradu raznih zahtjevnih proizvoda, ne samo u odjevnoj industriji već i u zrakoplovnoj, građevinskoj i automobilskoj industriji te medicini ili sportu itd. [7]. Međutim, tekstilna i odjevna industrija jedna je i od najprljavijih industrija, koja uvelike utječe na opterećenje odnosno zagađenje okoliša, a tome doprinosi i brzo mijenjanje trendova te prerane zamjene proizvoda [8]. Budućnost tekstila i odjeće se suočava s raznim problemima kao što su ograničenje prirodnih resursa, globalno zatopljenje, pitanja održivosti i drugih društvenih i političkih trendova. Tekstilna i odjevna industrija je izrazito globalizirana industrija koja konstantno bilježi enorman rast, ali isto tako rastu i ekološka pitanja povezana s njom [9, 10].

## 2. Održivi razvoj i tekstilna industrija

Kako se u kontekstu održivog razvoja pozicionira tekstil i percipira tekstilna industrija dovoljno govori činjenica da se globalno, tekstilna industrija još uvijek smatra jednim od najvećih zagađivača okoliša, a sam tekstil kao sve veća i rastuća ekološka prijetnja. Donedavno, razvoj tekstilne industrije bio je usmjeren na razvoj tehnologije, povećanje učinkovitosti proizvodnje i stvaranje tekstilnog proizvoda koji će biti konkurentan na tržištu pa je naglasak bio na održavanju niske cijene finalnog proizvoda. Dizajneri, proizvođači i trgovci manje su pažnje obraćali na druge dimenzije, osobito na okoliš [11].

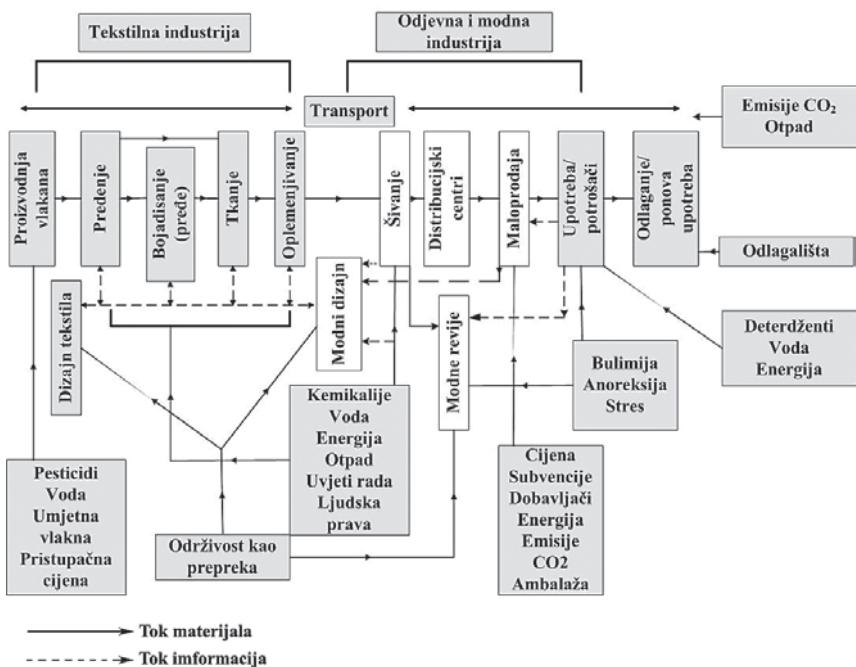
Točan utjecaj proizvodnje tekstila na okoliš značajno varira ovisno o vrsti vlakana i proizvoda načinjenih od tih

vlakana. Tekstilna industrija je sastavljena od brojnih podsektora koji pokrivaju cijeli krug proizvodnje, počevši od proizvodnje sirovina preko raznih kemijskih i mehaničkih procesa potrebnih za proizvodnju finalnog proizvoda pa tako svi procesi potrebni za proizvodnju finalnog tekstilnog proizvoda imaju i različiti utjecaj na okoliš [7, 12].

Na sl.2 [13] prikazana je shema koja prikazuje interakciju okoliša i tekstilne, odjevne i modne industrije i implikaciju na društvo, te što sve iz okoliša i društva utječe na tekstilni proizvod i tekstilne procese.

Već prilikom dobivanja prirodnih vlakana kao sirovine, kao npr. pamuka, tijekom uzgoja upotrebljavaju se znatne količine pesticida koje uzrokuju degradaciju tla i gubitak bio-raznolikosti, a mogu dovesti i do zdravstvenih problema radnika. Osim upotrebe pesticida i drugih agrohemikalija tu je i upotreba velikih količina vode (za proizvodnju jednog kg pamuka može biti potrebno i više od 20 tis. l vode [14]). Velike količine vode koriste se i tijekom tekstilnih proizvodnih procesa (npr. za pranje vlakana, bijeljenje, bojadisanje i druge mokre obrade) koje nerijetko sadrže i razne kemikalije i/ili bojila te ako se ne tretiraju pravilno prije ispuštanja, mogu uzrokovati veliku štetu u okolišu [15,16]. Iako otpadne vode predstavljaju jedan od najvećih problema tekstilne industrije, većina procesa koji se odvijaju u tekstilnim tvornicama su energetski zahtjevni, a i uzrokuju atmosferske emisije. Za razliku od dobivanja prirodnih vlakana, za dobivanje sintetskih vlakana upotrebljavaju se neobnovljive sirovine u prvom redu nafta [13,15-17]. Uz prijetnje za okoliš i probleme koji se s tim u vezi javljaju u tekstilnoj industriji, potrebno je u kontekstu održivog razvoja razmotriti i socijalnu komponentu koja vrlo često uključuje loše uvjete rada, kršenje ljudskih prava, niske plaće i predugo radno vrijeme [13].

Osim štetnih emisija u vode, zrak i tlo te otpada koji nastaju tijekom teksti-



Sl.2 Interakcija okoliša i tekstilne, odjevne i modne industrije

Uloga proizvodnog procesa, sve veći problem predstavlja i otpadni tekstil koji nastaje nakon upotrebe, a posljedica je povećanja proizvodnje, upotrebe i sve češće zamjene tekstilija što se može povezati s čestim promjenama u modnim trendovima. Povećanje tekstilnog otpada uvelike utječe na

zagđenje tla, atmosfere, a time i na kvalitetu života, što dovodi do potrebe njegovog prikladnog zbrinjavanja odnosno ako je moguće recikliranja i ponovne upotrebe [18].

U tab.1 prikazani su glavni socijalni i ekološki utjecaji tekstilne industrije koji se odnose na štetne emisije,

ispuštanje otrovnih kemikalija i velikih količina otpadnih voda u okoliš, upotrebu neobnovljivih sirovina te doprinose klimatskim promjenama, a također uključuju i kršenje ljudskih prava.

Općenito gledajući, proizvodnja i upotreba tekstila i odjeće ovisno o primjenjenim procesima, tehnologijama, kemikalijama i korištenim sirovinama generira manje ili veće količine različitih vrsta otpada uključujući tekući, plinoviti i kruti otpad, pri čemu neki od njih mogu biti opasni za ljude i okoliš. Zbog svih navedenih negativnih utjecaja potrebno je težnju usmjeriti prema tzv. čišćoj proizvodnji. Smanjenje korištenja energije, vode i drugih sirovina, uz smanjenje otpada, kad god i gdje god je to moguće, treba biti najviši prioritet. Čista proizvodnja, koja obuhvaća i proizvode i proizvodne procese, stoga je itekako potrebna i korisna [20]. To podrazumijeva da se svi tipovi resursa, duž cijelog životnog ciklusa proizvoda, trebaju koristiti što optimalnije moguće kako bi se utjecaj na okoliš smanjio na najmanju moguću mjeru. Stoga, da bi se postigla sukla-

Tab.1 Neodrživi utjecaj tekstilne industrije [19]

Utjecaji tekstilne industrije na okoliš	Utjecaji tekstilne industrije na društvo
Doprinos klimatskim promjenama <ul style="list-style-type: none"> <li>Spaljivanje fosilnih goriva za dobivanje potrebne električne energije</li> </ul>	Niska plaća <ul style="list-style-type: none"> <li>Minimalna plaća ponekad niža od realne minimalne plaće potrebne za život</li> <li>Siromaštvo</li> </ul>
Toksične kemikalije <ul style="list-style-type: none"> <li>Gnojiva i pesticidi u agrikulturi</li> <li>U fazama proizvodnje kao što su ekstrakcija vlakana, bojadisanje, oplemenjivanje i tisk</li> </ul>	Niski standardi rada <ul style="list-style-type: none"> <li>Loši uvjeti rada (nesigurni, pretjerano radno vrijeme)</li> <li>Dječiji rad</li> </ul>
Povećanje tekstilnog otpada <ul style="list-style-type: none"> <li>Nebiorazgradljivog otpada</li> <li>Velike količine otpada zbog brze promjene modnih trendova</li> </ul>	Nisko kolektivno pregovaranje <ul style="list-style-type: none"> <li>Neke zemlje ne daju pravo na formiranje sindikata</li> </ul>
Potrošnja vode <ul style="list-style-type: none"> <li>Upotreba velikih količina vode kod npr. uzgoja pamuka te kod procesa oplemenjivanja, bojadisanja i njegе</li> </ul>	Nedostatak pravedne trgovine („fair trade“) <ul style="list-style-type: none"> <li>U nekim zemljama subvencije i propisi sprječavaju pravednu trgovinu tekstila</li> </ul>
Neobnovljive sirovine <ul style="list-style-type: none"> <li>Fosilna goriva (ugljen, nafta, plin) koji se koriste kao glavne sirovine u proizvodnji sintetskih vlakana</li> </ul>	
Zauzimanje prostora <ul style="list-style-type: none"> <li>Velika polja za uzgoj vlakana ili ispašu životinja mogu zauzeti prostor potreban za proizvodnju hrane</li> </ul>	

dnost tekstila i tekstilne industrije s konceptom održivog razvoja, potrebno je principe održivosti ugraditi u sve segmente proizvodnje tekstila, počevši od dizajna (ekodizajna, zelenog dizajna ili održivog dizajna), korištenja održivih sirovina i održivih načina proizvodnje pa sve do krajnjeg zbrinjavanja ili odlaganja otpadnih tekstilija na kraju njihovog životnog ciklusa. S tim u vezi se često spominju ekodizajn, dizajn za okoliš i održivi dizajn proizvoda koji se često koriste kao sinonimi iako u konačnici imaju različito značenje [21, 22].

Pojam **ekodizajn** podrazumijeva dizajn koji uzima u obzir utjecaj koji proizvod ima na okoliš za vrijeme cijelog svog životnog ciklusa, od sirovina preko proizvodnje i upotrebe pa sve do odlaganja na kraju svog životnog vijeka. Osim smanjenja štetnog utjecaja na okoliš, ima za cilj istovremeno poboljšanje estetskog i funkcionalnog aspekta proizvoda, uzimajući u obzir i socijalna načela odnosno potrebe. **Dizajn za okoliš** je pojam koji podrazumijeva analizu okoliša, zdravlja i sigurnosti relevantnih za cijeli životni ciklus proizvoda. Ideja je da se smanji potrošnja resursa i količina tekstilnog otpada tijekom proizvodnje, korištenja i odlaganja ili da se potencira ponovna uporaba proizvoda. Dizajn za okoliš je sinonim za ekološki dizajn, ali se također može odnositi na određene ekološke prednosti nekog proizvoda, kao što je npr. "dizajn za recikliranje". **Održivi dizajn proizvoda** je praksa u kojoj proizvodi doprinose društvenoj i gospodarskoj dobrobiti, imaju zanemariv utjecaj na okoliš i mogu se proizvesti od održivih resursa [22].

### 3. Zakonodavstvo

U svrhu postizanja održivosti u tekstilnoj industriji potrebno je upoznati se sa zakonima vezanima uz zaštitu okoliša, kao i sa zakonima i propisima vezanimi uz održivost i čistu proizvodnju te poboljšati kontrolu nad negativnim utjecajima na okoliš. Koliko je čitava problematika održi-

vog razvoja kompleksna pokazuje i činjenica da europsko i hrvatsko zakonodavstvo različitim uredbama, zakonima i propisima nastoje regulirati ovu problematiku. Nekoliko direktiva koje se odnose na zaštitu okoliša direktno utječu na europsku tekstilnu i odjevnu industriju. Ovdje je svakako potrebno spomenuti Direktivu 2010/75/EU [23] Europskog parlamenta i Vijeća od 24. studenoga 2010. godine o industrijskim emisijama (integrirano sprječavanje i kontrola onečišćenja) koja od 7. siječnja 2014. zamjenjuje Direktivu 2008/1/EU o integriranom sprječavanju i nadzoru onečišćenja, IPPC direktiva (engl. IPPC - *Integrated Pollution Prevention and Control*) [24]. Ova direktiva uz IPPC direktivu objedinjuje i šest drugih direktiva u jednu direktivu o industrijskim emisijama [25].

Direktivom 2010/75/EU propisana su pravila o integriranom sprečavanju ili, gdje to nije izvedivo, smanjenju emisija u zrak, vodu i zemlju te sprečavanju nastajanja otpada kao i pravila o učinkovitom korištenju energije, sprječavanju incidenata i ekološkoj sanaciji postrojenja/lokacija nakon prestanka proizvodnje. Temeljna namjera ove Direktive je postizanje visoke razine zaštite okoliša kao cjeline sprječavanjem ili smanjivanjem širenja onečišćenja iz industrijskih postrojenja direktno na samom izvoru. Bilo koje industrijsko postrojenje koje obavlja poslove navedene u Dodatku I ove Direktive dužno je pribaviti integriranu dozvolu od nadležnih tijela u Europskoj uniji koja bi trebala sadržavati sve potrebne mjere kako bi se postigla visoka razina zaštite okoliša i kako bi se osiguralo da se postrojenjem upravlja u skladu s općim načelima prema kojima su utvrđene osnovne obveze operatora. Postrojenja za predobradu, tj. postupke poput pranja, bijeljenja i mercerizacije, ili bojadisanje vlakana ili tekstila, čiji je kapacitet obrade veći od 10 t na dan (članak 6.2. Dodatka I) podliježu ovoj Direktivi. Uvjeti dozvole moraju se utvrditi na

temelju najboljih raspoloživih tehniki (engl. BAT - *Best Available Techniques*) koje podrazumijevaju sve tehnike, uključujući tehnologiju, planiranje, izgradnju, održavanje, rad i zatvaranje pogona primjenjivih u praksi pod prihvatljivim tehničkim i ekonomskim uvjetima, a ujedno su i najučinkovitije u postizanju najvišeg stupnja zaštite okoliša kao cjeline. Međutim, BAT ne mora biti nužno najbolja raspoloživa tehnika, već ekonomski najisplativija tehnika za određeno postrojenje. Za izbor BAT-a postoji niz sektorskih dokumenata za različita područja industrije, poznatih pod nazivom Referentni dokumenti za izbor najboljih raspoloživih tehniki (engl. BREF - *Reference documents on Best Available Techniques*), koje objavljuje Europska unija, a koji su rezultat razmjene podataka između država članica, predmetnih industrija, nevladinih organizacija koje promiču zaštitu okoliša i Europske komisije (članak 13. Direktive 2010/75/EU) [26].

Referentni dokument o najboljim raspoloživim tehnikama za tekstilnu industriju službeno je usvojen od Europske komisije 2003. godine u okviru IPPC direktive (2008/1/EU). Ovaj dokument sadrži opće informacije o tekstilnom sektoru i o industrijskim procesima koji se koriste prilikom proizvodnje tekstila (posebna pažnja posvećuje se postupcima pripreme vlakana, predobrade, bojadisanja, tiska i oplemenjivanja). Referentni dokument o najboljim raspoloživim tehnikama za tekstilnu industriju pruža i podatke o štetnim emisijama i njihovim graničnim vrijednostima, te opisuje mjere za njihovo smanjenje kao i druge tehnike koje se smatraju važima za utvrđivanje najboljih raspoloživih tehniki i uvjeta za dobivanje okolišne dozvole [27].

Okolišna dozvola pomaže u cijelovitom sagledavanju poslovnih procesa i njihovog utjecaja na okoliš te djeluje kao povezujući element jer u njenoj izradi sudjeluju predstavnici svih organizacijskih jedinica, od nabave i projektiranja preko proizvo-

dnje i održavanja do prodaje, a uključuje i postupak u slučaju zatvaranja postrojenja [23-25]. Direktivom je također propisana i mogućnost sudjelovanja javnosti u izdavanju okolišne dozvole te su vlasti dužne objaviti razloge i razmatranja na kojima se temelji odluka o dozvoli. U Hrvatsko zakonodavstvo zahtjevi Direktive preneseni su kroz Zakon o zaštiti okoliša (NN 153/2013) i Uredbom o okolišnoj dozvoli (NN 008/2014) kojima se uređuju načela zaštite okoliša u okviru koncepta održivog razvoja, djelatnosti i onečišćujuće tvari kojima se mogu prouzročiti emisije u tlo, zrak, vodu i moru, te zahtjevi i kriteriji za izdavanje okolišne dozvole, kao i nadzor nad njenom primjenom i uvjeti kada je potrebno utvrditi nove ili izmijeniti i dopuniti tehnike zaštite okoliša navedene u dozvoli. Propisuju se i načini utvrđivanja graničnih vrijednosti emisija, određivanje praćenja procesa i industrijskih emisija prema zahtjevima najboljih raspoloživih tehnika. Održivi razvitak u skladu sa Zakonom o zaštiti okoliša u RH postiže se suradnjom i zajedničkim djelovanjem Hrvatskoga sabora, Vlade, županija, Grada Zagreba, velikih gradova, gradova i općina te svih drugih dionika u svrhu zaštite okoliša, a svaki od njih radi u okviru svoje nadležnosti i odgovornosti. Operator je dužan poduzimati sve potrebne i propisima određene mjere radi sprječavanja onečišćenja i izbjegavati stvaranje i/ili proizvodnju otpada, odnosno otpad je potrebno oporabiti kada je to moguće ili odložiti na način kojim se izbjegava ili smanjuje utjecaja na okoliš. Proizvodna postrojenja su dužna učinkovito koristiti energiju, a u slučaju nezgoda njihove posljedice moraju se sanirati. Po prestanku rada pojedinih postrojenja potrebno je poduzeti sve mjere kako bi se izbjegao rizik onečišćenja okoliša, a lokaciju postrojenja potrebno je vratiti u zadovoljavajuće stanje [2, 28]. Tekstilni sektor također podliježe utjecaju Uredbe o kemikalijama REACH (engl. *Regulation on Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*) br. 1907/2006 Europskog parlamenta i Vijeća EZ koja je u EU stupila na snagu 1. lipnja 2007. godine [29]. Ova Uredba zamjenjuje mnogobrojne uredbe i regulative na području kemikalija. Zakonom o provedbi Uredbe (EZ) broj 1907/2006 Europskog parlamenta i Vijeća EZ o registraciji, evaluaciji, autorizaciji i ograničavanju kemikalija, NN 53/08 (dopuna Zakona o provedbi Uredbe NN 018/2013), Hrvatska se obvezala preuzeti navedenu Uredbu danom ulaska u Europsku uniju. Ulaskom RH u EU sve hrvatske tvrtke koje obavljaju djelatnost prometa proizvodnje kemikalija trebale su uskladiti svoje poslovanje u potpunosti s uredbom REACH, iako je u Ugovoru o pristupanju Republike Hrvatske Europskoj uniji, postignut prijelazni period od 6, odnosno 12 mjeseci za konačnu registraciju kemikalija na tržištu Republike Hrvatske, kao dijelu zajedničkog tržišta Europske unije [30]. U tom periodu poduzetnici su trebali obaviti sve potrebne radnje radi uskladišavanja s uredbom REACH, jer u suprotnom ne mogu stavljati tvari na tržište RH kao ni EU. Ova Uredba u RH stupila je na snagu 1. srpnja 2013. godine ulaskom Hrvatske u Europsku uniju. Uredbom REACH osnovana je i Europska agencija za kemikalije (engl. ECHA - European Chemicals Agency) koja ima središnju ulogu u koordinaciji i provedbi [29-32].

Uredba o kemikalijama REACH treba osigurati visoku razinu zaštite zdravlja ljudi i okoliša kao i slobodu kretanja tvari pojedinačno, u pripravcima i proizvodima, uz istovremeno povećavanje konkurentnosti i inovativnosti industrije kemikalija te bi trebala potaknuti razvoj alternativnih metoda procjene opasnosti tvari. U načelu, REACH se odnosi na sve kemikalije ne samo na one koje se koriste u industrijskim procesima, nego i na tvari koje se svakodnevno koriste, kao npr. proizvodi za čišćenje i bojila koja se koriste za tekstilije i sl. REACH uredba temelji se na procesu re-

gistracije podataka o svojstvima tvari i upravljanju rizicima koji proizlaze iz upotrebe tih tvari. Sve tvari koje se proizvode, koriste, stavljuju u promet ili uvoze na području EU u količinama većim od jedne tone godišnje moraju se registrirati i evaluirati. Proizvođači i uvoznici su dužni prikupiti podatke o svojstvima kemijskih tvari s kojima posluju te su dužni identificirati i upravljati rizicima vezanim za kemijske tvari koje proizvode i stavljuju na tržište EU, a prikupljene podatke dostaviti Europskoj agenciji za kemikalije (ECHA). U slučaju kada se rizicima ne može upravljati, vlasti mogu ograničiti upotrebu tvari na razne načine. Dugoročno gledano, najopasnije tvari potrebno je zamijeniti manje opasnima. Uredba REACH utječe na veliki raspon tvrtki u mnogim sektorima pa tako i u tekstilnom [29, 31].

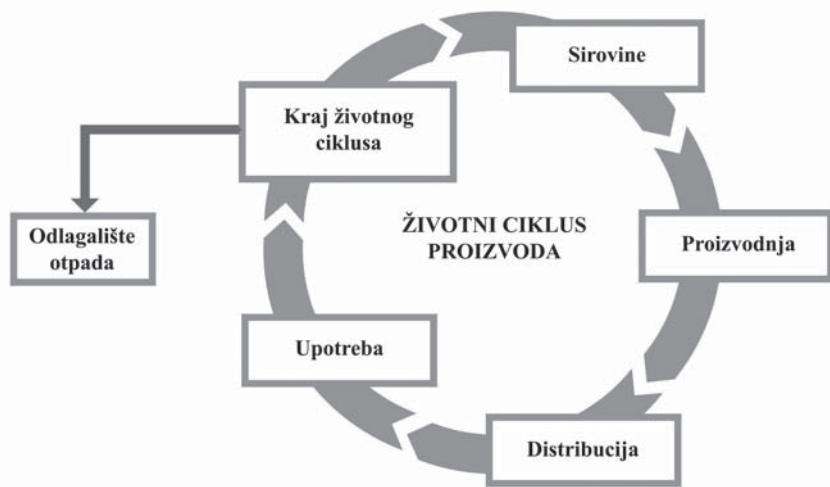
U cilju učinkovitog upravljanja okolišem postavljena je serija normi za zaštitu okoliša ISO 14000 *Upravljanje okolišem*, kojima se u tvrtke uvodi sustav upravljanja okolišem. Sustavom upravljanja okolišem osigurava se da su svi utjecaji na okoliš u tvrtki identificirani, nadzirani i uskladjeni sa zakonskom regulativom. Raznim mehanizmima, kroz vrijeme, negativni utjecaji se ublažuju ili potpuno uklanjaju [32]. U okviru ovog normnog niza, norme HRN EN ISO 14040 *Upravljanje okolišem*  $\Sigma$  *Procjena životnog ciklusa (LCA)*  $\Sigma$  *Načela i okviri rada* [33] i HRN EN ISO 14044 *Upravljanje okolišem*  $\Sigma$  *Procjena životnog ciklusa (LCA)*  $\Sigma$  *Zahtjevi i smjernice* [34] u posljednje vrijeme dobivaju sve više na značenju. Procjena životnog ciklusa (LCA  $\Sigma$  engl. Life Cycle Assessment) je jedna od najperspektivnijih metodologija za sustavnu evaluaciju potencijalnih utjecaja na okoliš određenog proizvoda ili usluga kroz sve faze njegovog životnog ciklusa, od nabave sirovina, proizvodnje, distribucije, upotrebe, ako je moguće ponovne upotrebe ili reciklaže do konačnog odlaganja (sl.3) [35].

LCA može pomoći pri utvrđivanju mogućnosti za poboljšanje zaštite životne sredine od utjecaja proizvoda u različitim fazama njegovog životnog ciklusa, informiranju različitih ciljnih skupina koje odlučuju u industriji, vladu i nevladinim organizacijama (npr. u svrhu strateškog planiranja, utvrđivanja prioriteta, projektiranju ili izmjeni projekta za proizvode ili procese), izboru odgovarajućih pokazatelja (indikatora) učinka zaštite životne sredine, uključujući i postupke mjerena zagađenja i marketinga (npr. primjena sheme „eko“- obilježavanja ili izradom deklaracije proizvoda u vezi sa zaštitom životne sredine) [33]. LCA je moguće koristiti ne samo pri kreiranju novih proizvoda nego i za procjenu negativnih utjecaja postojećih proizvoda na okoliš. Procjena životnog ciklusa može poslužiti kao smjernica prilikom doношења odluka, kao i za identifikaciju ključnih procesa i okolišno poželjnije alternative [35, 36].

#### 4. Europska inicijativa

U sklopu Europske tehnološke platforme za budućnost tekstila i odjeće u Europi (*engl. ETP –European Technology Platform*) iskristaliziralo se sedam inicijativa ili preporučljivih domena istraživanja i djelovanja u sektoru tekstila i odjeće poput npr. raspoloživosti resursa, inovativnih multifunkcionalnih tekstilija za učinkovitiju primjenu u maritimnom području, području poljoprivrede, hortikulture i arhitekture, te fleksibilnijih, ekološki povoljnijih i energetski učinkovitijih procesnih tehnologija kao i integracije digitalne tekstilne i odjevne proizvodnje orijentirane prema krajnjem korisniku.

Dok su pojedine inicijative nastavak prethodnih smjernica i pozitivnih rezultata, inicijativa TFE 1 (*engl. Textile Flagship for Europe*): *Održive tekstilne sirovine - alternativna prirodna vlakna, bio-polimeri i recikliranje* javlja se prvi put i prema nekim predviđanjima predstavljaće iznimno važno područje, ne samo istraži-



Sl.3 Životni ciklus proizvoda

vanja u sklopu Europskog istraživačkog programa HORIZON 2020, već i u području primarne proizvodnje. Naime, razloga za to je nekoliko, a mogu se svesti na činjenicu da se tekstilni materijali, koje Europa koristi za izradu tzv. „High-tech“ tekstilija, u znatnim količinama proizvode izvan Europe, što u velikoj mjeri utječe na raspoloživost i dostupnost sirovina, na okoliš ali i na porast cijena te fluktuaciju i nestabilnost tržišta. Kao rješenje ovog problema nametnula se potreba snabdijevanja europske tekstilne i odjevne industrije s dovoljnim količinama tekstilnih sirovina, po razumnim cijenama i uz minimalni utjecaj na okoliš, odnosno potreba za europskim izvorima tekstilnih sirovina točnije tekstilnim vlakanima. Stoga su u okviru ETP vodeći europski znanstvenici i gospodarstvenici postavili TFE 1 inicijativu (*Održive tekstilne sirovine - alternativna prirodna vlakna, bio-polimeri i recikliranje*) i definirali njena tri primarna cilja:

1. povećanje proizvodnje prirodnih vlakana kao što su lan, kudjelja i vuna u Europi,
2. proizvodnja vlakana na bazi bio-polimera koja se dobivaju kao nusprodukt poljoprivrednih kultura, te
3. dobivanje recikliranih vlakana iz odbačenih tekstilija a koja se dobivaju postupcima koji im omogućuju ponovnu upotrebu u proizvodnji

novih tekstilnih proizvoda pa čak i onih više dodane vrijednosti.

Pri tome će glavni izazovi i moguća problematična područja biti:

- **općenito**

1. instalirani proizvodni kapaciteti mogli bi biti neadekvatni za implementaciju novih tehnologija
2. potreba uspostave opskrbnog lanca od agro- do tekstilne industrije (industrije vlakana)
3. geografska udaljenost

- **nova prirodna vlakna**

1. udruživanje i bliska suradnja s agronomima i poljoprivrednom industrijom
2. nove sorte bilja za poboljšana svojstva vlakana

- **vlakna na bazi bio-polimera**

1. konkurenčija iz drugih industrijskih sektora (papir, funkcionalna ambalaža, proizvodnja energije)
2. raspoloživost odgovarajućih procesnih mogućnosti

- **reciklirana vlakna**

1. količina i kvaliteta
2. logistika

Budući da je primarni cilj TFE 1 inicijative smanjenje negativnog utjecaja tekstila na okoliš bez ugrožavanja njegove funkcionalnosti i svojstava, u prvom redu kroz korištenje obnovljivih sirovina, jasno je da se taj cilj može ostvariti samo kroz suradnju EU tekstilne i odjevne industrije s EU istraživačkom zajednicom (Autex, Textranet, nezavisni istraživački in-

stituti) i strateškim partnerima kao što su:

- agro-industrija (proizvodnja prirodnih vlakana i osnovnih kemikalija za biopolimerna vlakna i biooplemenjivanje; suradnjom s npr. EPSO (*engl. The European Plant Science Organisation*), Eucarpia (*engl. European Association for Research on Plant Breeding*), EuropaBio (*engl. The European Association for Bioindustries*)
- sakupljači i preradivači krutog otpada, koji su u mogućnosti odvojiti tekstilni otpad od ostalog i na taj način spriječiti njegovo odbacivanje na odlagališta ili njegovo uništanje; suradnja s npr. ISWA (*engl. International Solid Waste Association*)
- interesna udruženja za javnu nabavu pojedine funkcionalne odjeće; suradnja s npr. Enprotex (*engl. Innovation Procurement for Protective Textiles*)
- krajnji korisnici ekološki prihvatljivih tekstilija kao što su: automobilска industrija (biokompoziti), modna industrija, interesna udruženja i sl.

Koliko je TFE 1 inicijativa važna za imidž održivog profila EU preradivačke industrije pokazuje i činjenica da je tema obnovljivih sirovina pa tako i tekstila jedna od osnovnih u skupini društvenih izazova budućeg jedinstvenog EU znanstveno-istraživačkog programa HORIZON 2020 u okviru kojeg je za istraživanje klimatskih promjena, efikasnosti resursa i sirovine planirano 3 mld. eura. Značajna količina sredstava koja će biti osigurana od EU konzorcija za bioindustriju (oko 4 mld. eura) predviđa se i za industrijski orijentirana istraživanja i demo projekte na temu obnovljivih sirovina. Dodatna sredstva osigurat će i kroz instrumente tzv. Bioinovacijske sheme ulaganja u SMEs (*engl. Small and Medium Enterprises*).

U cijelokupnom kontekstu jasno je da će za EU tekstilnu i odjevnu industriju i istraživačku zajednicu od presudne važnosti biti uspostava dugočrne interdisciplinarne povezanosti

i fleksibilniji pristup suradnji s industrijama kao što su kemijska, biokemijska i strojarska industrija te ostatim istraživačkim mrežama i zajednicama znanja u području recikliranja, biomaterijala ili poljoprivrede.

Stoga se kao pokretački čimbenici za proizvodnju tekstila u skladu s načelima održivog razvoja u Europi mogu navesti:

#### • politički čimbenici

1. učinkovitost resursa, dostupnost materijala
  2. zaposlenost, EU industrijska politika, EU politika okoliša (zatvaranje odlagališta 2020. godine)
  3. održivi razvoj, smanjenje emisije CO<sub>2</sub>, „zelena“ nabava
- krajnji korisnik
  - 2. zahtjevi za ekološkim materijalima
  - 3. svjesnost o okolišu (tijekom kupnje, upotrebe i odbacivanja)
  - 4. svijest o troškovima

#### • tehnologija

1. inovacije procesa
2. biotehnologija - biokataliza
3. nanotehnologija - plazma tehnologija
4. inovacija metoda recikliranja
5. inovacije u proizvodnji biopolimera za proizvodnju vlakana uključujući i nove izvore polimera

#### • industrija

1. povećanje interesa za upotrebom prirodnih vlakana u vlaknima ojačanim kompozitima (uglavnom od automobilske industrije)
2. dostupnost tekstilnih vlakana po razumnoj cijeni
3. razvoj proizvoda (dizajn za recikliranje; recikliranje kroz dizajn).

## 5. Zaključak

Sam pojam održivi razvoj nije nov, ali danas ovom konceptu pripada centralno mjesto u postizanju dugočrne perspektive opstanka i napretka čovječanstva. Kako bi se postigla održivost u tekstilnoj industriji, potrebno je težiti čišćoj proizvodnji koja podrazumijeva smanjenje količine proizvedenog otpada ili izbjegavanje proizvodnje otpada, efikasniju upo-

trebu energije i prirodnih resursa te proizvodnju proizvoda prihvatljivih za okoliš. Načela održivosti potrebno je ugraditi u sve segmente, počevši od dobivanja sirovina preko proizvodnje, korištenja pa sve do odlaganja ili recikliranja i ponovne upotrebe nekog proizvoda.

*Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom 9967 Advanced textile materials by targeted surface modification.*

## Literatura:

- [1] Pavić-Rogošić L.: Održivi razvoj, ODRAZ - Održivi razvoj zajednice, Zagreb, 2010., dostupno na: [http://www.odraz.hr/media/21831/odrzivi\\_rzvoj.pdf](http://www.odraz.hr/media/21831/odrzivi_rzvoj.pdf), pristupljeno 21.01.2014.
- [2] NN 080/2013: Zakon o zaštiti okoliša
- [3] Kates R.W., T.M. Parris, A.A. Leiserowitz: What is Sustainable development?, Environment: Science and Policy for Sustainable Development 47 (2005) 3, 8-21
- [4] Saxena R.P., P.K. Khandelwal: Sustainable Development through Green Marketing: The Industry Perspective, The International Journal of Environmental, Cultural, Economic and Social Sustainability 6 (2010) 61-78
- [5] Clancy G., M. Fröling, M. Svanström: Actionable knowledge to develop more sustainable products, 6th International Conference on Life Cycle Management, Göteborg, 25-28 August 2013
- [6] DyStar: Sustainability in textile processing, dostupno na: [http://www.dystar.com/my\\_uploads/file/sustainability\\_textile\\_processing.pdf](http://www.dystar.com/my_uploads/file/sustainability_textile_processing.pdf), pristupljeno 22.01.0214.
- [7] European Commission: Enterprises and Industry ∑ Textile and clothing, dostupno na: [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/textiles/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/textiles/index_en.htm), pristupljeno: 21.04.2014
- [8] Kumari P. et al.: Eco-Textiles: For Sustainable Development, International Journal of Scientific & Engineering Research 4 (2013) 4, 1379-1390
- [9] Cepolina S.E.: Textile and Clothing Industry: An Approach towards Sustainable Life Cycle Pro-

- duction, International Journal of Trade, Economics and Finance 3 (2012) 1, 7-13
- [10] O'Neal G.: Continents, cultures, curriculum: Some thoughts on the future of the profession. Clothing and Textiles Research Journal 25 (2008) 4, 375-379
- [11] Niinimäki K., L. Hassi, : Emerging design strategies in sustainable production and consumption of textiles and clothing, Journal of Cleaner Production 19 (2011), 1876-1883
- [12] European Commission: Sustainability of textiles, issue paper № 11, August 2013
- [13] Gardetti M.A., A.L. Torres: Sustainability in Fashion and Textiles, Greenleaf Publishing, 2013
- [14] Cotton Farming, dostupno na [http://wwf.panda.org/about\\_our\\_earth/about\\_freshwater/freshwater\\_problems/thirsty\\_crops/cotton/](http://wwf.panda.org/about_our_earth/about_freshwater/freshwater_problems/thirsty_crops/cotton/), pristupljeno 20.02.2014.
- [15] Soljačić I., T. Pušić: Ekologija u procesima oplemenjivanja i njege tekstila, *Tekstil* 54 (2005.) 8, 390-401
- [16] Walters A., D. Santillo, P. Johnston: An Overview of Textiles Processing and Related Environmental Concerns, Greenpeace Research Laboratories, Department of Biological Sciences, University of Exeter, UK, 2005
- [17] Moore S. B., L.W. Ausley: System thinking and green chemistry in the textile industry: concepts, technologies and benefits, Journal of Cleaner Production 12 (2004) 585-601
- [18] Tojo N. et al.: Prevention of Textile Waste, Nordic Council of Ministers, Copenhagen, 2012
- [19] Waite M.: Sustainable Textiles: the Role of Bamboo and the Comparison od Bamboo Textile Properties, Journal of Textile and Apparel, Technology and Management 6 (2009) 2, 1-21
- [20] The textile industry and the environment, UNEP - United Nations Environment Programme, 1994
- [21] Miraftab, M., R. Horrocks, : Eco-textiles: The way forward for sustainable development in textiles, Woodhead Publishing, England, 2007
- [22] Niinimäki K.: Ecodesign and Textiles, Research Journal of Textile and Apparel 10 (2006) 6, 67-75
- [23] Direktiva 2010/75/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 24. Stuđenog 2010. O industrijskim emisijama (integrirano sprečavanje i kontrola onečišćenja)
- [24] European Commission: The IPPC Directive, dostupno na: <http://ec.europa.eu/environment/air/pollutants/stationary/ippc/legis.htm>, pristupljeno 30.01.2014.
- [25] European Commission: The Industrial Emissions Directive, dostupno na: <http://ec.europa.eu/environment/air/pollutants/stationary/ied/legislation.htm>, pristupljeno 30.01.2014.
- [26] European Commission: Reference documents, dostupno na: <http://eippecb.jrc.ec.europa.eu/reference/>, pristupljeno 30.01.2014.
- [27] European Commission: Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry, July 2003
- [28] NN 008/2014: Uredba o okolišnoj dozvoli
- [29] Uredba (EZ) br. 1907/2006 Europskog parlamenta i Vijeća od 18. prosinca 2006.
- [30] Internet stranica Ministarstva zdravlja Republike Hrvatske: [http://www.zdravlj.hr/ministarstvo/djelokrug/uprava\\_za\\_sanitarnu\\_inspekciju/kemikalije\\_i\\_biocidni\\_pripravci/kemikalije/reach2/2013\\_drugi\\_rok\\_za\\_registraciju\\_tvari\\_prema\\_reach\\_uredbi](http://www.zdravlj.hr/ministarstvo/djelokrug/uprava_za_sanitarnu_inspekciju/kemikalije_i_biocidni_pripravci/kemikalije/reach2/2013_drugi_rok_za_registraciju_tvari_prema_reach_uredbi), pristupljeno 01.02.2014.
- [31] European Chemicals Agency: Regulations - REACH, dostupno na: <http://echa.europa.eu/regulations/reach>, pristupljeno 30.01.2014.
- [32] Datta Rpy M.: Textile Industry: Beneficiary of Environmental Management System, 2nd International Conference on Environmental Science and Technology IPCBEE vol.6, Singapore, 2011
- [33] HRN EN ISO 14040 Upravljanje okolišem ∑ Procjena životnog ciklusa (LCA) ∑ Načela i okviri rada
- [34] HRN EN ISO 14044 Upravljanje okolišem ∑ Procjena životnog ciklusa (LCA) ∑ Zahtjevi i smjernice
- [35] European Commission: Making sustainable consumption and production a reality: A guide for business and policy makers to life cycle thinking and assessment. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2010
- [36] Steinberger J.K. et al.: A spatially explicit life cycle inventory of the global textile chain, The International Journal of Life Cycle Assessment 14 (2009) 5, 443-455

## SUMMARY

### Textiles in the context of sustainable development

*M. Pavunc, E. Vujasinović, I. Matijević*

In the modern world the idea of sustainable development is becoming more and more popular, which is due to the intensive development that did not take into account the protection of the environment and natural resources and the growing awareness of people that today's lifestyle is more and more environmentally unfriendly. Sustainable development, sustainable economy, sustainable society are mentioned every day, but also the question arises how much and how an individual or interest group understands and perceives the meaning of the concepts of sustainable development and sustainability. Definitions of sustainable development are different, and one of the most acceptable definitions is given by the World Commission on Environment and Development in its report in which sustainable development is defined as development that meets the needs of present generations without compromising the ability of future generations to meet their own needs. Sustainable development can be regarded as open process that leads to continuous changes in goals and priorities, and aims to achieve sustainability in all aspects of human life. How textiles are positioned in the context of sustainable development and the textile industry perceived, it is sufficient to say that the global textile industry is still considered as one of the biggest polluters of the environment and the textile as a growing environmental threat. To achieve compliance between textiles and textile industry with the concept of sustainable development, it is necessary to incorporate the principles of sustainability in all aspects of textile production, starting from design (eco-design, green design or sustainable design), use of sustainable raw materials and sustainable methods of production to the final disposal or landfilling of waste textiles at the end of their life cycle.

**Key words:** sustainable development, textile industry, eco-design, European initiative

*University of Zagreb, Faculty of Textile Technology*

*Department of Materials, Fibers and Textile Testing*

*Zagreb, Croatia*

*e-mail: marijana.pavunc@ttf.hr*

*Received December 3, 2013*

### Textilien im Kontext der nachhaltigen Entwicklung

In der heutigen Welt wird die Vorstellung von nachhaltiger Entwicklung mehr und mehr populär. Die Ursache liegt in der intensiven Entwicklung, die den Schutz der Umwelt und der natürlichen Ressourcen sowie und das wachsende Bewusstsein von Menschen, das das heutige Lebensstil die Umwelt immer mehr gefährdet, verhachlässigte. Nachhaltige Entwicklung, nachhaltige Wirtschaft und nachhaltige Gesellschaft werden jeden Tag erwähnt, aber da stellt sich auch die Frage, wie viel und wie eine Einzelperson oder eine Interessengruppe die Bedeutung der Konzepte der nachhaltiger Entwicklung und der Nachhaltigkeit versteht und empfindet. Definitionen der nachhaltigen Entwicklung sind verschieden, und eine der annehmbarsten Definitionen wird von der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung in ihrem Bericht gegeben, in dem nachhaltige Entwicklung als Entwicklung definiert wird, die den Bedarf von gegenwärtigen Generationen deckt, ohne die zukünftigen Generationen zu gefährden, ihren eigenen Bedarf zu erfüllen. Nachhaltige Entwicklung kann als offener Prozess betrachtet werden, der zu fortlaufenden Änderungen von Zielen und Prioritäten führt, und zum Ziel hat, Nachhaltigkeit in allen Aspekten des menschlichen Lebens zu erreichen. Wie Textilien im Kontext nachhaltiger Entwicklung und der Textilindustrie platziert sind, genügt es zu sagen, dass die globale Textilindustrie immer noch als einer der größten Umweltverschmutzer betrachtet wird und dass Textilien als eine wachsende Umweltdrohung gelten. Um die Übereinstimmung zwischen Textilien und Textilindustrie mit dem Konzept nachhaltiger Entwicklung zu erreichen, ist es notwendig, die Prinzipien der Nachhaltigkeit in alle Aspekte der Textilproduktion zu integrieren, indem man mit Design (Öko Design, grünem Design oder nachhaltigem Design), Verwendung von nachhaltigen Rohstoffen und nachhaltigen Herstellungsmethoden zu der Entsorgung oder Deponierung von Textilabfällen beginnt.

## Oeko-Tex® imenovao Comazo tvrtkom mjeseca travnja 2014.



Prikaz

### Rublje sa srcem i dušom

Tijekom svjetskih strukturnih promjena u tekstilnoj industriji, samo je mali broj tvrtki ostao u nekadašnjem tekstilnom središtu Švapske Jure (Švapske visoravni). Jedna od njih je proizvođač rublja **Comazo GmbH + Co. KG** u Albstadtu. Ovaj proizvođač je uspjeo povezati tradiciju i inovaciju sa 130 godina iskustva u tekstilnoj proizvodnji. Godišnje se prodaje oko 1 milijun komada rublja, a cijelo područje proizvodnje je certificirano u skladu s humanim ekološkim zahtjevima OEKO-TEX® Standard 100. Danas je rublje sinonimno s kulturnim načinom života i može doprinijeti smislu pojedinačnog blagostanja i identiteta sa stilovima za svaki ukus i prigodu. Područje zahtjeva za dobrobiti rubljem prelazi čistu praktičnost; rublje bi trebalo biti udobno, privlačno, stilsko i funkcionalno, trajno i što manjom potrebom održavanja. Ono bi trebalo imati mekan opip i biti što ugodnije na koži. Ovi zahtjevi nisu nikako ograničeni samo na žene, sve više zahtjeva na rublje postavljaju i muškarci i djeca. Prije je bilo drugačije: rublje je osiguravalo zaštitu i toplinu, te je više ili manje bilo izvan dometa modnih trendova. U tom je vremenu **Conrad Maier** osnovao malu tvrtku za proizvodnju rublja u svojoj dnevnoj sobi u Albstadtu. 1884. godine kada je tvrtka osnovana nije postojala ni precizna poštanska adresa. Pošta bi bila tipično adresirana na najbližu gostonicu na ime "Conrad Maier zum Ochsen" ili "Conrad Maier kod vola" te je tako

izvedena kratica, odnosno ime tvrtke "Comazo".

Izgrađena tvornička zgrada je još uvijek sjedište tvrtke Comazo, a ispred ulaza se nalazi moderna skulptura vola koja podsjeća na početke, sl.1. Jedan od posljednjih njemačkih proizvođača rublja Comazo nastavlja svojom vlastitom proizvodnjom: sve proizvodne faze obavlja oko 470 radnika u velikom broju operacija u Njemačkoj, Rumunjskoj, Hrvatskoj i Rusiji. Proizvodnja uključuje završnu obradu, krojenje, šivanje, pakiranje i isporuku. U tekstilnim pogonima u Albstadtu tekstilni materijali se bijele, bojadišu, oplemenjuju, kroje i šivaju prema najsvremenijim procesima, sl.2. Količina proizvodnje iznosi oko 55 000 komada rublja za žene, muškarce i djecu dnevno, sl.3. Glavninu čine žensko rublje i funkcionalno rublje svih vrsta. Kupci su gotovo sve glavne europske maloprodaje. Tvrta prodaje svoje proizvode i direktno u 31 prodavaonici u Baden-Württembergu i Bavarskoj i preko Interneta. Tvrta želi točno znati iz prve ruke što kupci žele.

Asortiman proizvoda tvrtke Comazo sadrži stotine proizvoda. Izbor se kreće od osnovne donje odjeće (*comazo*) do klasičnog ženskog rublja (*comazo black*), funkcionalnog rublja za sport i slobodno vrijeme (*comazo active*) kao i rublja za specifične zahtjeve mladih u srcu (*comazo platin*) i pravedne trgovine - fair trade (*comazo earth*). Specijalne kolekcije su osvojile nove klijente: npr. radna donja odjeća i zaštitna donja odjeća



Sl.1 Tvornička zgrada izgrađena pri-klikom osnivanja tvrtke još je uvijek sjedište tvrtke Comazo

koju proizvodi Comazo osigurava zaštitu od opeklina koje mogu dobiti vatrogasci. Specijalno dizajnirana donja odjeća za zdravstvenu zaštitu, koju proizvodi *comazo med*, kroji se prema specifičnim zahtjevima medicinskih uvjeta kao što je neurodermatitis. Dr. Christoph Maier uvjeren je da im ustrojstvo omogućuje zadovoljiti potrebe što većeg broja kupaca. U skladu s motom „*My proizvodi-mo omiljenu donju odjeću*“ čimbenik dobrog osjećaja je od primarne važnosti. Najvažniji cilj je održivost našeg planeta i njegovo očuvanje za buduće generacije. Zato je filozofija tvrtke Comazo da proizvodnja donje odjeće, odnosno rublja treba zadovoljiti najviše društvene, ljudske i ekološke norme.

Zato Comazo naročito ističe ekološki prihvatljive procese proizvodnje. Ispituju se otpadne vode, koje se prethodno obrađuju i zatim se odvode u određeni sustav za pročišćavanje. U 2009. godini uveden je sustav za rekuperaciju topline u Albstadtu čime je poboljšana bilanca CO<sub>2</sub> optimiranjem razine energetske učinko-



Sl.2 Kompletna proizvodnja odvija se u tvornici, a uključuje završnu obradu, krojenje, šivanje i otpremu robe

vitosti. U tvrtki Comazo su ponosni da koriste najsvremenije tehnologije za zaštitu okoliša.

Najnovija promotivna kampanja "Zaposlenici kao modeli" naišla je na veliku medijsku pozornost u Njemačkoj. Comazo online shop isključivo koristi slike svojih djelatnika u omiljenoj Comazo donjoj odjeći, sl.4. Na tu ideju došlo se 2009. povodom 125. godišnjice tvrtke. Ta je ideja postala dio kulture tvrtke.

### Comazo dobitnik nagrade za pravednu trgovinu 2014

Comazo je u ožujku 2014. u Berlinu dobio nagradu za pravednu trgovinu. Poduzeće je dobilo tu nagradu za svoj doprinos pravednoj trgovini i za svoje djelatnike koji su bili manekeni za bio donje rublje. Comazo/earth je prva kolekcija rublja za muškarce, žene i djecu u Njemačkoj koju proizvodi certificirano poduzeće iz organskog biopamuka koji je u skladu sa strogim GOTS kriterijima. Comazo je jedini proizvođač koji potpuno sam proizvodi rublje. Materijal se proizvodi i kroji u Njemačkoj, a odjevni proizvodi se šivaju i pakiraju u Hrvatskoj i Rusiji. Kolekcija mora biti ne samo društveno i ekološki održiva, već također šik i seksi. Rublje coma-

zo/earth se proizvodi samo od materijala najviše kvalitete.

### Comazo GmbH + Co. KG je OEKO-TEX® tvrtka mjeseca travnja 2014.

U 2011. godini OEKO-TEX® je uveo kampanju "Tvrtka mjeseca". Cilj je bio istaknuti sve tvrtke tekstilnog lanca koje se ističu svojom opredijeljeničnošću za ekološku sigurnost proizvoda i održive uvjete proizvodnje. Ova kampanja je otvorena za sva poduzeća s valjanom OEKO-TEX® certifikacijom.

Svaki mjesec ocjenjivački sud OEKO-TEX® će odabratи jednu tvrtku koja će se eksplicitno imenovati i predstaviti na internetskoj stranici [www.oeko-tex.com/company-of-the-month](http://www.oeko-tex.com/company-of-the-month) kao i u publikacijama koje objavljuje Udruga OEKO-TEX®.

Sve tvrtke mjeseca bit će vidljivo označene logotipom kampanje u vodiču za kupovinu OEKO-TEX® Buying Guide na [www.oeko-tex.com/products](http://www.oeko-tex.com/products) i dobit će odgovarajući certifikat kao i besplatne web reklamne transparente za upotrebu u svojim publikacijama i prodajnim kanalima. (Preveo M. Horvatić)



Sl.3 Volumen proizvodnje iznosi oko 55 tis. kom. rublja dnevno, od čega glavninu čine sve vrste ženskog i funkcionalnog rublja za djecu



Sl.4 Najnovija promotivna kampanja „Zaposlenici kao modeli“ izazvala je veliku medijsku pozornost u Njemačkoj - Comazo koristi isključivo vlastite zaposlenike za propagandu



**KOTKA**



Foto: Dražen Lapić

## Salesianer Miettex Lotos d.o.o u Zagrebu prva praoonica rublja u Republici Hrvatskoj s RAL certifikatom



### RAL-sustav kontrole kvalitete higijene rublja

U veljači 2014 godine, industrijska praoonica rublja **Salesianer Miettex Lotos d.o.o.** u Zagrebu, nagrađena je RAL- 992 oznakom kvalitete za higijenu rublja (RAL-GZ 992) u Bönnigheimu (IS).

**Ludger v. Schoenebeck**, direktor Društva za ocjenu kvalitete higijene rublja, predao je RAL-certifikat za vrijeme službenog domjenka održanog 9. srpnja 2014. gđi. **Christine Kralj** članici uprave Salesianer Miettex Lotos d.o.o. u naznočnosti prof. **Tanje Pušić** i prof. emeritusa **Ive Soljačića**, na Tekstilno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, sl.1 i 2.

Jasne predispozicije za kvalitetu i higijenske uvjete čine RAL-GZ 992 vodećim svjetskim sustavom kvalitete za industrijske praoonice. Znak kvalitete predaje, odnosno dodjeljuje isključivo Društvo za kvalitetu u Bönnigheimu (Njemačka), vodeći računa o pravilnoj higijeni rublja, poštivajući zadane zahtjeve specifikacijskog ispita. Redovito se kontrolira pridržavanje strogih zahtjeva higijene i tehnike na licu mjesta u pokrenutoj praoonici. Za gosp. **Viktora Ioane**, direktora Salesianer Miettex grupe, ovaj aspekt dokazane sigurnosti kvalitete i higijene bio je jedini kriterij za angažman stručnjaka s Hohenstein instituta: „*Priprema higijenski besprijekornih tekstila za naše Društvo je prioritet. Naši korisnici moraju biti sigurni da naša praoonica zadovoljava visoke zahtjeve kvalitete i zaštite okoliša. Ovjereno i dokazanom sigurnosti, razlikujemo se od ostalih*



Sl.1 Predstavnik Salesianer Miettex Lotos d.o.o. preuzeo je RAL Ž certifikat (s lijeva na desno: prof. Tanja Pušić, TTF; Ludger v. Schoenebeck, direktor za ispitivanje kvalitete higijene rublja ; mr. sc. Christine Kralj, članica uprave Salesianer Miettex Lotos d.o.o.

*konkurenata i tako nadograđujemo našu poziciju na tržištu.“*

Salesianer Miettex Lotos, kao hrvatska čler Salesianer Miettex grupe posluje u Zagrebu od 2000. godine. Salesianer Miettex broji više od 23 praoonice u Austriji i istočnoj Europi, te pruža usluge najma tekstila u područjima hotelijerstva i gastronomije, zdravstva i industrije. Salesianer Miettex vodeći je dobavljač sterilnog tekstila za operacije u austrijskim bolnicama.

U Zagrebu 75 djelatnika svakodnevno radi u suvremenoj praoonici i dnevno obradi 12 tona rublja iz hotela, bolnica

i industrije. U skladu s postojećom strukturom korisnika, praoonice se certificiraju prema zahtjevima RAL-GZ 992/1/2/3.

Salesianer Miettex Lotos pouzdan je partner u području najma tekstila za radnu odjeću, hotele i gastronomiju, zdravstvo, tekstile za čiste prostore i higijenu sanitarnih prostora i za servis otirača.

Sve poslove provodi u skladu s eколоškim menadžmentom, standardiziranim procesima pranja i u suradnji s renomiranim institutima za kvalitetu i higijenu. U dnevnoj praksi optimira učinak pranja kroz što veću moguću zaštitu resursa i smanjenje potrošnje aktivnih tvari za pranje. Salesianer Miettex dezinficira tekstil primjenom kemijsko-toplinskog postupka na 70° C. Računalnim upravljanjem rada i pažljivim te optimiziranim doziranjem sredstva za pranje i



Sl.2 RAL - znak za kvalitetu higijene rublja, u prvom redu označava higijenu i kvalitetu; strog zahtjevi i jasna očekivanja čine RAL – vodećim sustavom kvalitete s inozemnom prihvatljivosti

JADRAN  
CARAPE

[www.jadran-carapa.hr](http://www.jadran-carapa.hr)

Express yourself in a  
way you feel like it  
at the present moment.

oplemenjivanje postižu se izuzetni higijenski i ekološki rezultati.

Visoki zahtjevi kvalitete u pranju svih vrsta roba, a posebno bolničkog i gastronomskog te hotelskog tekstila postižu se primjenom odgovarajućih procesa i postupaka te stalnom kontrolom kvalitete (dokumentacija dezinficirajućih postupaka, podjela čiste / nečiste strane, stroga primjena mjera higijene u pogonu, školovanje

djelatnika na temu higijene, sigurnosti, kvalitete i sl.).

Prof.dr.sc. Tanja Pušić kao stručnjak iz područja njegе i oplemenjivanja tekstila i odjeće s Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu istaknula je važnost i pohvalila tržišnu aktivnost grupe Salesianer Miettex, koja u Hrvatskoj drži visoku razinu higijene tekstila, primjenom suvremenih metoda i sredstava.

Ludger v. Schoenebeck uočio je da na inozemnom tržištu postoji veliko za-

nimanje za RAL- 992 znak kvalitete, te preispita menadžment kvalitete i higijene: „S gledišta sve veće svijesti za porastom kvalitete i visokih zahtjeva očuvanja okoliša, za mnoga je društva izazov zadržati sigurnost higijene i troškove u zadanim okvirima. U ovom trenutku možemo prilagoditi ciljane skupine po sustavu RAL- znaku kvalitete i time doprinijeti pozitivnom napretku u higijeni tekstila.“

Kontakt Salesianer Miettex: salesianer@salesianer.hr

## *Prikazi strojeva*

### **DORNIER na sajmu ITMA Azija + CITME 2014 u Šangaju**

Čitav je svijet impresioniran brzim gospodarskim rastom, nevjerojatnim razvojem građevinske industrije i značajnim tehničkim dostignućima u Istočnoj Aziji, što je ipak povezano s drastičnim zagađenjem okoliša. 16 od 20 najzagađenijih gradova u svijetu nalaze se u Kini. U milijunskoj metropoli Šangaj npr. rijetko se vidi Sunce. Velika zagađenost zraka i smog, kao i zagadene rijeke i jezera postaje vrlo ozbiljan problem, koji sve više prodire u svijest javnosti.

Aktualni kineski Petogodišnji plan proučava ekološko-političke izazove, kojima se mora suprotstaviti održivi pozitivni razvoj i maksimalno smanjenje zagađenosti okoliša.

Njemačko obiteljsko poduzeće DORNIER, sa svojim sustavom strojeva, koji se sastoji od različitih vrsta tkalačkih strojeva s hvatalom i tkalačkim strojevima sa zračno-mlaznim unošenjem potke, proizvodi inovativne i održive koncepcije strojeva za proizvodnju zahtjevnih tkanina za uklanjanje nečistoća iz zraka, vode, zemlje i sl. U području gradnje tkalačkih strojeva, DORNIER je tržišni lider u proizvodnji strojeva za izradu tekstila za zaštitu od neželjenih ultravioletnih

zračenja Sunca, vatre, pa čak i za balističku zaštitu.

S novim motom Zeleni stroj („The Green Machine“), DORNIER se fokusira na zahtjevne tehničke tehnologije za zaštitu ljudi i okoliša, kao što je npr. zaštitna odjeća.

**Peter D. Dornier**, izvršni direktor tvrtke Lindauer DORNIER GmbH, izjavio je kako se raduju što će na sajmu ITMA Azija u Šangaju predstaviti tehnološki know-how i ponuditi

vrhunska rješenja. DORNIER je iskusni partner i želi pomoći Aziji u rješavanju ekološko-političkih izazova i dati svoj doprinos zelenijem, okolišu u kojem se može dobro živjeti.

U paviljonu 2, na izložbenom mjestu DO3, DORNIER će predstaviti tkalački stroj s hvatalom P1, tip PTS 4/S C nazivne širine 220 cm, za tkanine za filtre visoke gustoće, sl.1 i tkalački stroj sa zračno-mlaznim unošenjem potke A1, tip AWS 8/S G nazivne



Sl.1 Dornierov tkalački stroj s hvatalom P1, tip PTS 8/S20 C

širine 190 cm za tkanine za tende visokih otpornosti, sl.2.

U suradnji s tvrtkom Bonas (paviljon 1, izložbeno mjesto C01) DORNIER će predstaviti stroj sa zračno-mlaznim unošenjem potke A1, TIP AWS 6/J G nazivne širine 220 cm, s materijalom za presvlake za automobilска sjedišta, sl.3. Ovaj kompaktni sustav razvijen je u suradnji i bit će prvi put prikazan u Aziji na sajmu ITMA Azija.

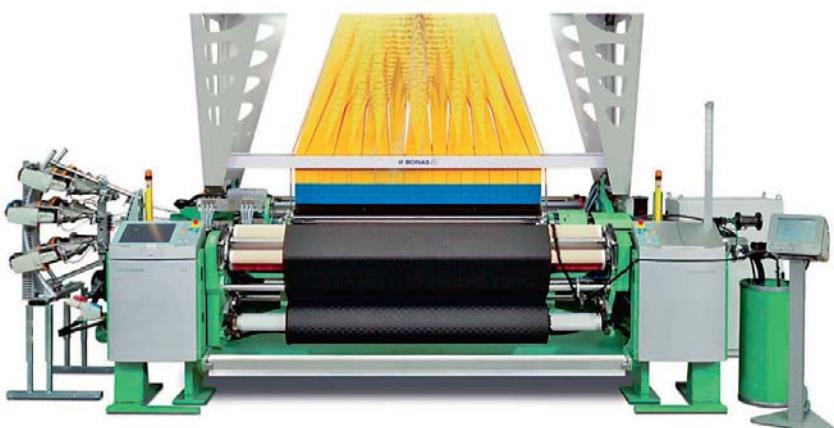
Na izložbenom mjestu tvrtke Stäubli (hala E2, izložbeno mjesto E O1), DORNIER će predstaviti tkalački stroj sa zračno-mlaznim unošenjem potke P1, tip PTS 16/J G nazivne širine 190 cm, sa žakarskom tkaninom visoke kvalitete za područje kućanskog tekstila, sl.4.

Oba stroja, kao i stroj sa zračno-mlaznim unošenjem potke na Dornierovom izložbenom mjestu, opremljena su s inovativnim FT upravljanjem (Fast-Ethernet-Technology), kojim se osigurava velika pouzdanost i učinkovitost u proizvodnji tkanina, kao i s novim i patentiranim pogonom DORNIER SyncroDrive®. Mehanički spoj između tkalačkog stroja i uređaja za tvorbu zijeva zamjenjen je električnim vodom za upravljanje sa zasebnim pogonom.

Realizacija dinamičkog reguliranja zatvaranja zijeva dok je stroj u radu ispunjava zahtjeve i najzahtjevnijih tkaonica. Dugogodišnji Dornierovi kupci u Aziji kontinuirano imaju koristi od ovih tehničkih dalnjih razvjeta, što im omogućuje da se ne prestano dokazuju na tržištu kućanskog i odjevnog tekstila. Uspjeh Dornierovih kupaca pokazuje da DORNIER prilagođava svoje tkalačke strojeve posebnim potrebama kupaca te da ovi strojevi pružaju sigurnost za uspješnu i inovativnu budućnost. Dugogodišnje iskustvo DORNIERA u razvoju tehničkog tekstila ogleda se u optimalnoj koncepciji Dornierovih tkalačkih strojeva, posebno za poizvodnju zaštitnog tekstila za ljude i okoliš. (A.B.)



Sl.2 Dornierov tkalački stroj sa zračno-mlaznim unošenjem potke, tip AWS 4/S 12 G



Sl.3 Dornierov tkalački stroj sa zračno-mlaznim unošenjem potke A1, tip AWS 6/J G, izložen na izložbenom mjestu E1/C01 tvrtke BONAS



Sl.4 Dornierov tkalački stroj s hvatalom P1, tip PTS 16/J G izložen na izložbenom mjestu E2/E01 tvrtke Stäubli

## AccuMark 9.0 tvrtke Gerber Technology s poboljšanim korisničkim sučeljem i funkcionalnosti

Gerber Technology je plasirao na tržište najnoviju verziju vodećeg sustava za uzorkovanje, gradiranje i izradu krojnih slika AccuMark®. Verzija 9.0 ima nove karakteristike koje štede vrijeme i smanjuju troškove rada, maksimiraju kvalitetu proizvoda i smanjuju troškove materijala. Poboljšana komunikacija i suradnja moderniziraju poslovne procese, čime se povećava operativna učinkovitost i osigurava snažna integracija između AccuMarka i Gerberovih sustava za polaganje i krojenje. Verzija AccuMark 9.0 ima novo, moderno korisničko sučelje i poboljšanja za uštedu vremena, zbog čega se još lakše koristi, sl.1.

AccuMark osigurava poboljšano upravljanje radnim nalozima i povećanu preglednost radnog procesa u krojnici zbog integracije s Gerberovim automatiziranim sustavima za polaganje i krojenje. Integracijom podataka između AccuMark CAD softvera i Gerberovih sustava za polaganje i krojenje značajno se povećava proizvodnja krojnica, smanjuje se broj grešaka nastalih ručnim unosom podataka, a voditelji dobivaju preglednost statusa radnog procesa u stvarnom vremenu.

Easy Plan modul AccuMarka omogućuje da se automatizira osnovno planiranje proizvodnje. Poslužitelji jednostavno upisuju detalje radnog nalogu, uključujući veličine, boje i potrebne količine. AccuMark tada izračunava broj potrebnih krojnih slika. AccuMark izrađuje stupčasti kod koji sadržava naziv datoteke, vrstu materijala i broj slojeva potrebnih za polaganje kako bi se ubrzala proizvodnja i kako bi se proizvodilo bez grešaka. Poslužitelji strojeva za polaganje i krojenje mogu tada jednostav-



Sl.1 Moderno korisničko sučelje AccuMark 9.0 tvrtke Gerber Technology sustava za polaganje i krojenje za uštedu vremena i jednostavnu primjenu

vno skenirati stupčasti kod kako bi locirali ispravnu datoteku za polaganje i krojenje.

Od dizajna do krojnica AccuMark znači dodatnu učinkovitost i proizvodnju zbog svoje sposobnosti komunikacije s postojećim poslovnim sustavima poduzeća za prihvati i obradu radnih naloga. Na primjer, kada ERP sustav prikupi radne naloge maloprodaje, AccuMark može prikupiti i obraditi te naloge, priopćiti statističke podatke natrag u ERP sustav nakon što su nalozi obrađeni. Sposobnost serijske obrade softvera ne samo da smanjuje ukupno vrijeme obrade radnog naloga s nekoliko minuta na nekoliko sekundi, on također uklanja greške uzrokovane ručnim unosom i obradom. To je naročito korisno kod izrade po mjeri i masovne individualizirane proizvodnje (mass customization).

Poboljšano korisničko sučelje AccuMark 9.0 zamjenjuje standardne spuštene izbornike s trakom koja grupira povezane naredbe u tablice. Traka poboljšava učinak korisnika jer lakše i brže locira funkcije. Osim

toga, prilagodljiva alatna traka za brz pristup omogućuje korisnicima da pristupe funkcijama samo jednim klikom. Funkcije su grupirane tako da imaju smisla za korisnike. Tablice traka su izrađene prema radnom toku korisnika. Također stavlja nove funkcije direktno ispred korisnika, a ne da ih zaklanja u spuštene izbornike, pa je lociranje brzo.

AccuMark 9.0 ima i nove karakteristike za stručnjake za izradu uzoraka i gradiranje, uključujući i funkciju zabilješki unutar dizajna uzorka koji omogućuje korisnicima da spremaju višestruke verzije jednog dijela u istoj datoteci. Dizajneri uzorka mogu koristiti zabilješke kako bi odredili koji je osnovni uzorak upotrijebljen prije revizija, čime se olakšava praćenje modifikacija koje su izvršili prodavači i vratiti se u bilo koje doba na prethodno spremjeni uzorak.

Nova funkcija gradiranja omogućuje korisnicima da gradiraju liniju po duljini, a ne tradicionalnim X i Y kretanjima, te da izvode matematičke operacije prema vrijednostima gradiranja. Korisnici također mogu vidjeti



## Prirodna veza za denim

Dva celulozna vlakna, pamuk i TENCEL®, idealni su partneri. Oni se savršeno slažu i sa svojim svojstvima poboljšavaju jedan drugoga. Ova vlakna potječu iz prirode i imaju slična svojstva kao što su dobra propusnost zraka i vodene pare. Mješavina s vlaknom TENCEL® daje pamučnim materijalima novu definiciju.

TENCEL® je registrirani zaštitni znak Lenzing grupe.

i precizno kontrolirati mjere gradiranog dijela pomoću poboljšanih tablica mjera.

Najnovija verzija AccuMark omogućuje korisnicima da primjenjuju dulja imena datoteka nego što je bilo u prethodnim sustavima AccuMark. On podupire nazine dijelova, modela, krojnih slika i naloga sa do 50 znako-

va po dužini i nazine površine memorije sa do 20 znakova po dužini. To omogućuje korisnicima da daju preciznije nazine i omogućuje poboljšanu potporu kada se pretvaraju podaci o uzorku koji nije Gerberov kao i o krojnim slikama.

Verzija 9.0 je utjelovljenje Gerberovog opredjeljenja da stvori sustav koji

se lako koristi i ekstremno je bogat funkcionalnostima koje poboljšavaju učinak i osiguravaju kvalitetu.

AccuMark je prvi put uveden na tržište 1988. i bio je prvi industrijski CAD softver za izradu uzoraka. Široko se prihvata kao najrobustniji sustav za izradu uzoraka, gradiranje i izradu krojnih slika na tržištu. (M.H.)

## Domaće vijesti

### SEMINAR UDRUGE HRVATSKI LABORATORIJI - KOMPETENTNOST OSOBLJA



Udruga Hrvatski laboratorijsi ∑ CROLAB organizira seminar Kompetentnost osoblja koji će se održati 2.10.2014. u Zagrebu, Hrvatski inženjerski savez, Berislavićeva 6. Seminar obuhvaća sljedeće teme:

- uloga kompetentnosti osoblja u kompetentnosti laboratorija, inspekcijskih i certifikacijskih kuća; zahtjevi iz odgovarajućih normi,
- opisi radnih mjeseta, odgovornosti i ovlaštenja, planovi obrazovanja, ocjenjivanje učinkovitosti provedene izobrazbe; auditiranje kompetentnosti osoblja,
- iskustva iz građevinskih laboratorijskih i certifikacije građevinskih proizvoda; analitičkih laboratorijskih i inspekcijskih laboratorijskih i laboratorijskih za zrak, laboratorijskih za ispitivanje sposobnosti (PT),
- zahtjevi koje postavlja HAA, iskustva iz ocjeniteljske prakse, zahtjevi za kompetentnost ocjenitelja.

Kompetentnost osoblja jedan je od osnovnih elemenata kompetentnosti ne samo laboratorijskih, već bilo koje organizacije. Upravo zbog toga zahtjevi vezani uz osposobljenost i

stručnost osoblja navode se u normama o sustavima upravljanja kvalitetom (HRN EN ISO 9001), okolišem (HRN EN ISO 14001), za osposobljenost inspekcijskih tijela (HRN EN ISO/IEC 17020), za osposobljenost certifikacijskih tijela (HRN EN 45011; HRN EN ISO/IEC 17024), za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorijskih (HRN EN ISO/IEC 17025), za osposobljenost medicinskih laboratorijskih (HRN EN ISO 15189) i dr.

Međutim, norme navode samo zahtjeve, uz vrlo malo ili nimalo uputa kako to primijeniti u praksi. Ovaj seminar daje pregled zahtjeva iz navedenih normi, prikaz konkretnih rješenja svakog tog zahtjeva, kako auditirati ovaj element norme, iskustva iz ocjeniteljske prakse kao i priliku za slobodnu razmjenu iskustava polaznika i predavača.

Seminar je namijenjen voditeljima laboratorijskih, inspekcijskih i certifikacijskih kuća, voditeljima kvalitete, osobama zaposlenima u laboratorijskim i dr.

### Predavači

*Mario Ančić*

Diplomirani inženjer biologije. Zaposlen u Euroinspekt Croatiakontrola d.o.o., koji je certificiran prema normi HRN EN ISO 9001 i akreditiran prema HRN EN ISO/IEC 17025, HRN EN ISO/IEC 17020 i HRN EN

45011 kao voditelj odjela za otpad i otpadne vode. Interni auditor za normu HRN EN ISO 9001. Sudjelovao u pripremi laboratorijskih za akreditaciju iz područja uzorkovanja i ispitivanja voda. Radi na ispitivanjima iz područja spektrofotometrije i plinske kromatografije.

*Zlatko Grgić*

Tehnički je voditelj Umjernog laboratorijskog tvrtke EKONERG d.o.o. i zamjenik predstavnika za kvalitetu laboratorijskih. Sudjelovao je u izradi integriranog sustava upravljanja Ispitnog laboratorijskog, Umjernog laboratorijskog i Laboratorijskog za ispitivanje sposobnosti tvrtke EKONERG d.o.o. prema zahtjevima norma HRN EN ISO/IEC 17025 i HRN EN ISO/IEC 17043. Ovi sustavi integrirani su s ISO 9001 sustavom tvrtke. Vanjski je vodeći ocjenitelj Hrvatske akreditacijske agencije u nekoliko akreditacijskih shema i član je radnih skupina HAA.

*Dragica Križanec*

Magistrica biotehnologije, zaposlena je u Hrvatskoj akreditacijskoj agenciji - HAA na mjestu stručnog savjetnika za akreditaciju ispitnih laboratorijskih. Vodeći je ocjenitelj i ocjenitelj sustava upravljanja kvalitetom prema akreditacijskim shemama za ispitne i umjerne laboratorijske (HRN EN ISO/IEC 17025) te za medicinske laboratorijske (HRN EN ISO/IEC 17043).

torije (HRN EN ISO 15189). Član je radne grupe EA WG Healthcare

*Olga Štajdohar ∑ Padén*

Zaposlena u Visokonaponskom laboratoriju Instituta za elektroprivredu i energetiku, prvom akreditiranom laboratoriju u Hrvatskoj od strane HAA. Od samih početaka je vodila pripremu laboratorijskog ispitivanja i kasnije unaprijedivanje i nadogradnju sustava te proširenje opsega akreditacije. Vodeći je auditor za normu ISO 9001 i autor brojnih članaka iz područja upravljanja kvalitetom. Autorica knjige „Plivati s ISO-om i ostati živ - Što je kvaliteta i kako njojome upravljati u poslovnom i privatnom životu“

*Elinor Trogrlić*

Po struci magistar fizike, dugogodišnji je menadžer kvalitete (QM) laboratorijskog ispitivanja Instituta IGH d.d., koji su akreditirani

tirani za oko 400 ispitnih metoda iz 50 različitih područja ispitivanja. Pomoćnik je QM-a za sustave ISO 9001, ISO 14001 i OHSAS 18001 za proces laboratorijskog ispitivanja / umjeravanja Instituta IGH d.d. Sudjelovala je u uspostavi sustava upravljanja za potvrđivanje sukladnosti građevnih proizvoda prema normi HRN EN 45011.

**TVRTKA LEMIA I  
EXPODETERGO  
INTERNATIONAL 2014**



Pozivamo vas da nam se pridružite na 17. međunarodnom sajmu opreme, usluge, proizvoda i potrošnog materijala za pravonice rublja, glaćanje i čišćenje tekstila, koji će se održavati

u Milanu od 3. do 6. listopada 2014. u izložbenom centru Fiera Milano. Expodetergo će ove godine biti u potpunosti posvećen izlaganju najnovijih tehnologija i inovativnih proizvoda vezanih uz kemijsko čišćenje i industrijsko pranje rublja. Sudjelovat će svi proizvođači strojeva i kemijskih proizvoda za kemijsko čišćenje, pranje, sušenje i glaćanje rublja koje zastupa zagrebačka tvrtka Lemia d.o.o.

To je jedinstvena prilika da na jednom mjestu posjetite proizvođače strojeva i sredstava za pranje, njegu i oplemenjivanje proizvoda koje koristite u svom svakodnevnom radu kao i da se upoznate sa svim novostima, trendovima i najnovijim tehnologijama vezanim za struku.

Za sve one koji neće biti u prilici posjetiti ovaj izuzetni događaj, nakon sajma bit će priređen kratak prikaz novosti i tehnološke ponude tvrtki u zastupstvu tvrtke Lemia.

## Vijesti iz inozemstva

### SAJAM EXPODETERGO INTERNATIONAL 2014



Uoči otvaranja sajma EXPOdetergo International, koji će se održati u Miljanu od 3. do 6. listopada 2014., broj izlagača neprestane raste. Prijavilo se 253 proizvođača iz 21 zemlje, koji su odabrali ovaj sajam kao jedan od najvažnijih industrijskih događanja s obzirom na kvalitetu sadržaja.

Na ovogodišnjem sajmu posebno će biti istaknuti segmenti kemijskog čišćenja i glaćanja, ali povećao se i broj izlagača u području industrijskog pranja, glaćanja, transporta i pakiranja te deterdženata, tekstila, sredstava za transport i softvera.

EXPOdetergo International 2014. je savršena prilika za obnavljanje i uspostavljanje poslovnih kontakata i za stručno usavršavanje. Valja spomenuti da program konferencija počinje 3. listopada u 10:30 h seminarom koji organizira CINET pod naslovom **PTC (profesionalno čišćenje tekstila) izazovi za profitabilno poslovanje**. Bit će to rasprava o inovacijama, međunarodnim projektima i suradnji u lancu opskrbe.

O važnosti učinkovitih tehnika u njezi tekstila u Evropi ∑ od najnovijih dostignuća u području kemije, deterdženata, ekoloških rješenja i organizacije sigurnosti na radu raspravlјat će se 4. listopada na stručnom skupu pod naslovom **Učinkovite tehnike pranja na europskom tržištu**.

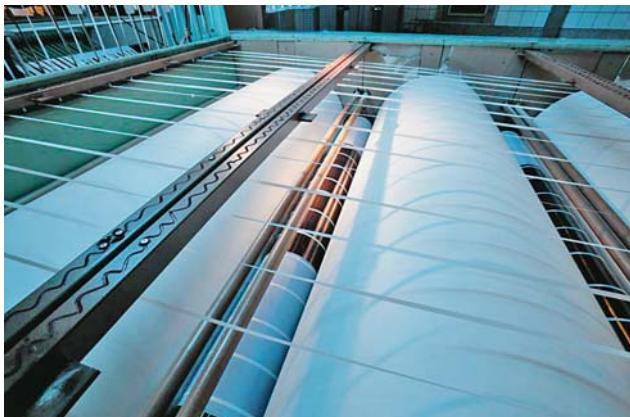
Također 4. listopada, kao dio seminara o njezi tekstila, raspravlјat će se o **bitnoj ulozi kemijskih čistionica i**

**praonica u konstruktivnom dijalogu s proizvođačima tekstila i korisnicima.** Organizacija CNA poziva proizvođače tekstila da se angažiraju u dijalogu o simbolima u pogledu sastava odjeće i njege kako bi se olakšao rad u njezi tekstila.

**VAŽNA OBAVIJEST ZA POSJETITELJE:** Registriranjem unaprijed ostvaruju se uštede i ulaz na sajam bez čekanja u redovima. Stručni posjetitelji mogu se registrirati unaprijed i dobiti ulaznicu elektroničkom poštom.

Za organizaciju puta potrebno je kontaktirati Službu informacija Milanskog sajma i pronaći ponude za brze vlakove i hotelski smještaj te niskotarifne letove Lufthanse za posjetitelje i izlagače.

Informacije daje: expodetergo@fieramilano.it ∑ www.fieramilano.it



Sl.1 Obloge za valjke za glaćanje tvrtke Technische Textilien Loerrach GmbH & Co. KG

### **TVRTKA TTL IZLAŽE NA SAJMU EXPODETERGO INTERNATIONAL 2014**

Njemačka tvrtka Technische Textilien Lörrach GmbH & Co.KG (TTL), proizvođač netkanih tekstilija učvršćenih iglanjem od sintetskih vlakana za tehničke namjene, predstaviti će svoj najnoviji proizvodni program za praoalice na ovogodišnjem međunarodnom sajmu EXPOdetergo u Milanu u paviljonu P2, na izložbenom mjestu F 20 od 3. do 6. listopada 2014., na kojem će biti prikazani strojevi, usluge, proizvodi i oprema za pranje, glaćanje i čišćenje tekstila te pribor. **TULONA®** su tekstilni materijali razvijeni u tvrtki TTL u Njemačkoj koje se prodaju širom svijeta. Dobro su poznati po svojoj dugotrajnosti te visokoj i nepromjenjivoj kvaliteti materijala. Proizvođači strojeva koriste ove netkane materijale za prvo oblaganje strojeva, a praoalice i prodavači za novo oblaganje strojeva.

Proizvodni program TTL-a uključuje obloge za valjke za glaćanje, trake za valjčane strojeve za glaćanje, trake za transport, vrpce za naglačavanje te različit pribor (npr. vosak, tkanine za čišćenje i voštenje, obloge za valjke), koje postoje konfekcionirane ili u balama da ih se može konfekcionirati po potrebi, sl.1.

Isporuke i usluge TTL-a uključuju također savjetovanje i stručnu pomoć koja se odnosi na izbor najprikladnijeg proizvoda za razne upotrebe u industrijskoj praoalici. (A.B.)

### **TEXPROCESS KAMPUS Σ PROMOVIRANJE MLADIH TALENATA NA SAJMU TEXPROCESS 2015**

Vodeći međunarodni sajam prerađe tekstilnih i fleksibilnih materijala - **Texprocess** (4. Σ 7. 5. 2015.) u Frankfurt opet će pružiti podršku mladim talentiranim osobama. Međunarodna sveučilišta, instituti i škole za modu i dizajn moći će besplatno predstaviti svoje studijske programe na Kampusu Texprocessa. Zadnji dan prijave je 5. 12. 2014.

„Industrija prerađe materijala treba više nego ikada dobre stručnjake iz Njemačke i inozemstva. Zato nam je tako važno omogućavati izobrazbu i stručno usavršavanje mlađih ljudi. Također, studentima je potrebna platforma na kojoj će se predstaviti potencijalnim poslodavcima. Sudionici Kampusa dobit će besplatan prostor i po potrebi dodatno izložbeno mjesto“, rekao je **Michael Jänecke**, direktor sajmova Techtextil i Texprocess.

Osim Kampusa, na Texprocessu će biti i burza rada gdje će se đaci i studenti informirati o mogućnostima prakse, izrade diplomskih radova i slobodnih radnih mesta kod izlagača. Za vrijeme sajma bit će organizirano mjesto susreta za razgovore te online burza rada. Svi sudionici moći će besplatno posjetiti i sajam tehničkog i netkanog tekstila Techtextil, koji se održava istovremeno s Texprocessom. Vaučeri za ulaznice mogu se dobiti na upit. (A.B.)

Informacije o Kampusu na Texprocessu mogu se dobiti na e-mail adresi ([simon.beck@messefrankfurt.com](mailto:simon.beck@messefrankfurt.com)). Formular za prijavu nalazi se na: [www.texprocess.com](http://www.texprocess.com)

### **SAJAM MODNIH TKANINA I PRIBORA TEXWORLD ISTANBUL**

Za izlaganje na sajmu **Texworld** u Istanbulu od 4. do 6. 11. 2014. prijavio se velik broj proizvođača materijala, pribora i modnih dodataka, a najviše posjetitelja očekuje se iz Istočne Europe, zemalja Srednje Azije te iz zemalja Bliskog i Srednjeg Istoka.

Sajam u Istanbulu, koji je jedna od podružnica Frankfurtskog sajma, očekuje oko 150 izlagača iz 10 zemalja.

**Olaf Schmidt**, potpredsjednik odjela za tekstil i tekstilnu tehnologiju Frankfurtskog sajma, smatra, na temelju velikog broja prijavljenih izlagača, da je ispravna odluka Frankfurtskog sajma da u ovoj regiji organizira dva sajma godišnje za međunarodnu tekstilnu industriju. Nakon Texworlda u Parizu i New Yorku, pozicionirao se Texworld Istanbul kao novi član ove jake međunarodne marke.

Izlagači na Texworldu Istanbul čine ukupno tržište odjevnih tkanina i modnih dodataka. Najveći dio poduzeća dolazi iz područja Azije. Najvažniji svjetski proizvođači tekstila, uključujući Kinu, Indiju, Pakistan, Tajvan i Južnu Koreju predstaviti će se u vlastitim paviljonima. Sajam se prema tomu usredotočuje na kupce i posjetitelje iz Turske, Bliskog Istoka,

Srednje Azije te Jugoistočne Europe, dijelova Istočne Europe i Rusije. Schmidt vidi Texworld Istanbul kao rezultat dobrog razvoja unutar brenda Texworld Paris i Texworld SAD, koji su već odavno povezani s turskim tržištem, i s obzirom na izlagače i posjetitelje. Ispitivanje izlagača na oba sajma rezultiralo je velikim interesom za sajam u Istanbulu jer domaće tržište ima velike potrebe za raznim vrstama i kvalitetama tekstilnih materijala koji se ne proizvode u Turskoj. Turska je među 10 najvećih izvoznica odjeće u svijetu i nalazi se na 7. mjestu u svjetskom izvozu odjeće. Prema podacima turske vlade, godišnji promet tekstilne i odjevne industrije iznosi 28 mlrd. USD Turska općenito, te posebno Istanbul imaju izvrsne geografske prednosti za uspostavljanje kontakata s kupcima iz ovih regija.

#### **Velika raznovrsnost tkanina za odjeću i pribora**

Ponuda proizvoda sajma Texworld Istanbul jednaka je kao na sajmovima matičnog sajma u Parizu i SAD-u. Texworld Istanbul će se isticati širokom ponudom uz optimalan odnos cijene i proizvoda.

Pakistan će npr. predstaviti pamuk i fukcionalne materijale. Tajvan će stići težište na tkanine od različitih vrsta vlakana, pletiva i na funkcionalne tkanine za odjeću za sport i slobodno vrijeme, Indija, Južna Koreja i Indonezija predstaviti će čipke, vezenne materijale i svilu. Turska, Južna Koreja i Tajvan predstaviti će također proizvode za pletački sektor. (A.B.) Ostale informacije o Frankfurtskom sajmu: [www.messefrankfurt.com](http://www.messefrankfurt.com) Informacije o sajmovima Frankfurtskog sajma: [www.texpertise-network.com](http://www.texpertise-network.com)

#### **EXPO MILANO 2015. - NJEMAČKA ZAPOČINJE S GRADNJOM VLASTITOG PAVILJONA**

Početkom travnja 2014. Njemačka je kao prva zemlja sudionica na svjetskoj izložbi Expo Milano 2015 započela s

izgradnjom Njemačkog paviljona na terenu izložbe. zajedno s glavnim povjerenikom izložbe Giuseppeom Salajem pri prvim radovima sudjelovao je Dieter Schmitz, glavni povjerenik Njemačkog paviljona.

U Milanu će Njemačka biti zastupljena s jednom od najvećih zgrada te će, prema riječima Salaja, izazivati posebnu pozornost na ovoj svjetskoj izložbi. Tema izložbe bit će „Nahraniti planet, dati energiju za život“ i dat će potpuno novo iskustvo koje će oduševiti posjetitelje.

Prema nalogu Njemačkog ministarstva gospodarstva i energije, za organizaciju i rad Njemačkog paviljona odgovoran je Frankfurtski sajam, koji ima veliko međunarodno iskustvo i podružnicu u Milanu. Njemački paviljon će opremiti Radna zajednica (ARGE) poduzeća Milla & Partner iz Stuttgarta, Schmidhuber iz München-a i poduzeće Nüssli Deutschland iz Rotha kod Nürnberg-a. Unutar Radne zajednice, poduzeće Milla & Partner odgovorno je za sadržajnu koncepciju izložbenog prostora, Schmidhuber za arhitekturu i planiranje, a Nüssli za izvedbu i upravljanje projektom.

Dosad se za sudjelovanje na izložbi EXPO 2015 prijavilo 142 izlagača, koji će od 1. svibnja do 31. listopada 2015. predstaviti svoje koncepte za budućnost.

#### **Povodi za izgradnju Njemačkog paviljona na svjetskoj izložbi 2015. u Milanu**

Velike svjetske izložbe održavaju se, izmjenjući se s manjim izložbama, svakih pet godina. Predstojeća velika izložba u Milanu održava se nakon izložbe u Šangaju (2010.), japanskom gradu Aichiju (2005.) i Hannoveru (2000.). Izložba 2015. s temom „Nahraniti planet, dati energiju za život“ predstaviti će se kao održiva klasterska inicijativa, koja objedinjuje specijalizirana poduzeća iz svih područja poljoprivrede i proizvodnje hrane, a sve bez velikih građevina. Moto Njemačkog paviljona glasi „Polja ideja“. Njemačka će se predstaviti kao živ, plodonosan krajolik

pun ideja o hrani u budućnosti. Paviljon će omogućiti doživljaj važnosti ophođenja s prirodom za osiguranje hrane. (A.B.)

#### **IMPLANTATI S ALGINATOM U LIJEČENJU RANA**

##### **Christini Lämmle dodijeljena nagrada Njemačkog udruženja za liječenje rana (DGW)**

Christine Lämmle dobila je od Njemačkog udruženja za liječenje rana (German Society for Wound Healing - DGW) godišnju nagradu za istraživački rad, sl.2. Nagrada joj je dodijeljena na 17. godišnjem kongresu Udruženja u Bochumu za pronalazak alginatnog implantata obogaćenog matičnim stanicama za primjenu u autolognoj zamjeni mekog tkiva.



Sl.2 Christine Lämmle preuzima nagradu Njemačkog udruženja za liječenje rana za pronalazak alginatnog implantata u liječenju rana

Christine Lämmle radila je u okviru svog doktorata na ovom partnerskom projektu koji je vodio Odjel za higijenu, okoliš i medicinu na Institutima Hohenstein (prof. dr. D. Höfer) i AG (dioničko društvo) za eksperimentalnu plastičnu kirurgiju na Bergmannsheil BG univerzitetskoj klinici u Bochumu (voditelji projekta: PD dr. T. Hirsch, dr. F. Jacobsen).

Očekuje se da će njihov uspjeh u budućnosti u pretvaranju ljudskih matičnih stanica u adipocitima (masne stanice) i njihovo presađivanje na 3D implantate pomoći u liječenju oštećenog mekog tkiva. Punjenje ve-

likih ozljeda kao što su opekljne, dekubitus i velike brazgotine velik je izazov u rekonstrukcijskoj kirurgiji. Većina kirurga još se uvijek odlučuje za klasičnu operaciju u rekonstrukciji tkiva. Ova tehnika predstavlja veliko opterećenje za okolno zdravo tkivo i time za pacijenta.

Alginatni implantati su vrlo obećavajuća alternativa. Njihov se razvoj temelji na ranijim istraživanjima u Hohensteinskim institutima o unošenju biopolimera i matičnih stanica u zamjensko meko tkivo i na specijalnim stručnim znanjima Bergmannsheilske radne grupe o liječenju rana i zamjeni tkiva. (A.B.)

#### BURMILANA KONAC ZA VEZENJE TVRTKE MADEIRA

Burmilana br. 12 je omiljen konac za vezanje sličan vuni. Izrađuje se od mješavine vune i akrila.



U kartu boja BURMILANA dodana je sada i BURMILANA CO, koja će vezenja i ukrašavanja zanimati sve iz područja vezenja i ukrašavanja.



BURMILANA CO se izrađuje od mješavine pamuka i akrila. Ukupno ima 72 nove boje koje su dopuna ukupnoj ponudi konaca BURMILANA. Također je potrebno napomenuti da ovaj proizvod ima nešto nižu cijenu nego mješavina vune i akrila. Obje mješavine materijala omogućuju izradu izražajnih vezova s manje uboda u odnosu na standardne debljine konaca. Obje verzije konca po svojem optičkom efektu imaju zaganjet izgled.

Naravno da se ove deblje verzije BURMILANA konca za vezanje

mogu dobro kombinirati s drugim koncima za vezenje kao i efektnim pređama. BURMILANA omogućuje izradu vrlo privlačnih vezanih motiva čime se vezenje podiže na višu razinu.

BURMILANA kolekcija uključuje privlačne boje kao i zanimljive mješavine boja, čime se proširuju kreativne mogućnosti.

Obje vrste BURMILANA konca su prikladne i za tzv. Chenille i Cornely vezanje. Svakako valja istaknuti i ugodan opip obih vrsta konaca.

Jedinstvena raznolikost paleta proizvoda tvrtke MADEIRA s jednakim referencama za boje širom svijeta za sve konce za vezanje i specijalne efekte, uvijek je obogaćenje za sve namjene vezanja. (M.H.)





## *Tradicija kućanskog tekstila od 1874.*

Čateks d.d. jedna je od najstarijih hrvatskih tvrtki koja se bavi proizvodnjom tekstila. Nudimo široku paletu proizvoda za kućanstvo te tkanine za specijalne namjene.

Sa 139-godišnjom tradicijom garantiramo najbolju kvalitetu, uz razvoj vlastitih dezena za svačiji ukus. Našu kvalitetu potvrđuju i Oeko-tex certifikati. Svakako provjerite naš kućanski program COMPAGO Home, jer **Čateks, je prijatelj Vašeg doma!**



Čateks d.d. - Zrinsko-Frankopanska 25  
HR-40000 Čakovec, Croatia  
Telefon: +385 (0) 40 379 444  
E-mail: marketing@cateks.hr  
[www.cateks.hr](http://www.cateks.hr) | [www.compago.hr](http://www.compago.hr)





## Koji je Vaš izazov? Mi vam možemo pomoći.

Želite poboljšati iskoristivost vašeg materijala? Želite skratiti vrijeme do izlaska na tržište? Želite osigurati kvalitetu proizvoda? Smanjiti troškove radne snage? Naša sofisticirana rješenja za automatizaciju mogu pomoći. U svemu, od kompjutorski podržanog dizajna krojnih slika, sustava za gradiranje veličina i obilježavanje, do sustava za precizno polaganje i krojenje, više od 25.000 drugih korisnika poput vas, oslonilo se na naše usluge. Kontaktirajte nas danas da razmotrimo vaše specifične izazove.

**GREGORČIĆ** >>>  
krojimo budućnost

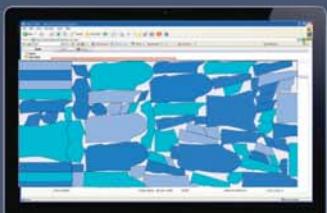
Sjedište kompanije: GREGORČIĆ d.o.o. >>> Srednje Gameljne 37 >>> 1211 Ljubljana-Šmartrno  
Postovni prostori: GREGORČIĆ d.o.o. >>> Leskoškova 9e >>> 1000 Ljubljana >>> Slovenija  
Skladište: BTC logistični center >>> Letališka 16 >>> 1000 Ljubljana >>> Slovenija  
Telefon: + 386 1 511 08 88 >>> Faks: + 386 1 511 08 89 >>> [www.gregorcic.si](http://www.gregorcic.si)  
E-mail: [office@gregorcic.si](mailto:office@gregorcic.si) >>> [oprema@gregorcic.si](mailto:oprema@gregorcic.si) >>> [materijal@gregorcic.si](mailto:materijal@gregorcic.si) >>> [servis@gregorcic.si](mailto:servis@gregorcic.si)



Dizajn krojnih slika



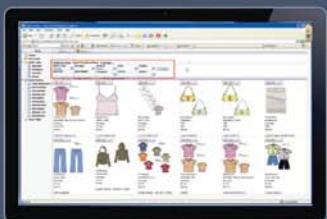
Polaganje materijala



Uklapanje krojnih slika



Krojenje



PLM

 **GERBER TECHNOLOGY**