

# Kakva je budućnost kože kao sirovine za prerađivačku industriju

Je li koža kao specifičan, prirodni materijal doista jedinstvena i nezamjenjiva? Istina ili mit?

Stručnjaci za kožu i kožne proizvode Organizacije Ujedinjenih naroda za industrijski razvoj (UNIDO) u Beču u kratkoj studiji iz prošle, 2014. godine ne daju izričit odgovor na to pitanje – možda i zato što se ni sami nisu uspjeli usuglasiti. Umjesto toga složili su pravi mozaik stajališta i dvojbi o toj temi, neka od njih posve suprotstavljena, ali vrijedna da se pozorno razmotre.

- Već postoje zamjenski materijali s nekim svojstvima koja nadmašuju kožu (odbojnost na vodu – *waterproof*), a u slučaju skijaških čizama čak i po udobnosti.
- Kod kože propusnost za zrak i paru, upijanje znoja (*water vapour permeability* – *WVP*, *water vapour absorption* – *WVA* i *water vapour coefficient* – *WVC*) mogu biti dosta različiti ovisno ne samo o vrsti kože i primijenjenom tehnološkom postupku, nego čak i dijelu kože koji se upotrebljava; kod sintetskih materijala ovi su parametri vrlo ujednačeni.
- Obuća od umjetnih materijala, primjerice sportska obuća, može se prati.
- Nekad se koža doživljavala kao plemeniti materijal od kojeg se rade luksuzni predmeti pa je time bila i statusni simbol. To ni približno ne vrijedi za mlade generacije.
- Nije točno da bi sirova koža bez prerade – štavljenja završila kao otpad; kontroliranom anaerobnom razgradnjom mogla bi postati izvor energije.
- Hoće li sudbinu kože kao sirovine u budućnosti više određivati ponuda ili potražnja, odnosno hoće li biti *supply* – *or demand* – *driven*?
- Dvojba hoće li u budućnosti sirova koža u nuždi završiti kao hrana (usprkos tome što kolagen ne sadržava esencijalne aminokiseline) posve je spekulativna. Zaboravlja se da globalni rast proizvodnje hrane nadmašuje rast i potrebe stanovništva: nestašice hrane izazvane su prije svega velikim gubitcima pri skladištenju i transportu (*post-harvest losses*) u zemljama u razvoju te bacanjem viška hrane u zemljama višeg standarda.

- Ne može se posve isključiti mogućnost da će se novim (revolucionarnim?) tehnologijama proizvesti umjetni materijali sa svojstvima koja nadmašuju kožu.
- Daljnje zaoštavanje medijskog pritiska ekstremno zelenih pokreta koji prečesto bez znanstvenog uporišta preuveličavaju moguće rizike za zdravlje, kao i neopravdano strogi standardi o primjeni ili prisutnosti velikog broja (potencijalno štetnih) tvari (*Substances of Very High Concern, SVHC*) mogli bi dugoročno posve paralizirati kožarsko-prerađivačku industriju.
- Evo i jednog primjera futurističkog razmišljanja. Umjetno uzgojeni kolagen proizvodit će se u obliku folije specifične strukture i svojstava koja će odgovarati namjeni gotove kože u koju će se prerađivati. Nema više odjeljenja za luženje, nema prljavštine i smrada, kožarstvo se zauvijek rješava neugodne reputacije.
- Brze promjene modnih trendova znatno pridonose volumenu prodaje i prihoda. Istodobno te promjene mode skraćuju ukupno vrijeme uporabe artikala od kože i naposljetku obezvređuju inače važnu prednost kože: dugotrajnost. Također je teško očekivati da će u duglednoj budućnosti racionalan i odgovoran odnos prema zaštiti okoliša prevagnuti nad (kratkovidnom) potrošačkom kulturom koja generira toliko otpada.
- Sintetski su materijali takoreći biološki nerazgradivi pa je time i konačno odlaganje iznošene odjeće, obuće i sličnih artikala veći problem nego odlaganje takvih proizvoda od kože. Međutim, sve jači normativni pritisak u EU-u u svrhu recikliranja mogao bi umanjiti tu prednost pogotovo zato što ni koža baš nije pogodna za oporabu.
- Danas nema proizvoda za čiju se izradu može uzeti samo koža, odnosno da koža nema alternative. Međutim, kako je koža materijal posebnih svojstava, to se mora vidjeti, **koža mora izgledati kao koža.**
- Stanje s krznom, a donekle i vunom može kožarima poslužiti kao ozbiljna opomena: primjerice, u Europi danas vuna često završava kao otpad (ovo baš nije ohrabrujuće za *hair-save* tehnologiju luženja). Kožari se doista moraju riješiti nekih iluzija.
- Svjedočimo ne samo premještanju kožarskih i kožarsko-prerađivačkih pogona, nego i srodnih industrija i aktivnosti (pro-

izvodnja kemikalija, pomoćnih sredstava, komponenata za obuću, kontrola kvalitete) u zemlje u razvoju. Znanstveno-istraživačke (R & D) institucije u razvijenim zemljama Sjevera nestaju, a onih nekoliko preživjelih specijaliziranih časopisa umjesto znanstvenih radova i studija uglavnom objavljuju vijesti općega karaktera ili marketinški intonirane članke. Možemo li očekivati da će sljedeći korak biti preseljenje vodećih dizajnerskih tvrtki bliže tržištima jugoistočne Azije gdje se svake godine pojavljuje nekoliko milijuna novih potencijalnih kupaca?

Naravno, iz marketinških razloga, vodeće zapadne marke (*brands*) još će neko vrijeme zadržati stara imena i adrese.

- Moda, točnije upravljanje modom (*fashion management*), dakle razvijanje i promocija (nametanje?) novih trendova što ih kreiraju vodeći modni kreatori kombinirani sa sposobnošću preživjelih kapaciteta da ih brzo usvoje, mogla bi biti važna prednost kožarsko-prerađivačke industrije razvijenih zemalja (Sjevera) u borbi za opstanak.
- Hoće li dizajneri, a naposljetku i kupci dati prednost koži uvelike ovisi i o sociološkim i ekološkim aspektima i percepcijama koje o preradi kože tradicionalno nisu odveć povoljne; zato je jako važno da se kožare svuda u svijetu točno pridržavaju normi o čuvanju okoliša i zaštite na radu.
- Kratkovidni, potrošački ili odgovoran, štedljiv pristup (*short-termism* vs. *quality and durability*): Nije li vrijeme da u cijelom svijetu dođe do potpune promjene paradigme, da apsolutno prvenstvo dobiju kvaliteta i trajnost? Drugim riječima, da se, primjerice, par cipela nosi nekoliko godina čime se ne postiže samo mnogo bolje korištenje prirodnim resursima, nego se i drastično smanjuje količina otpada.
- Naravno, svi oni koji se kao i ja odlučno protive pretjeranom i neodgovornom potrošačkom mentalitetu, svjesni su da će ideja da se ista ženska torbica nosi nekoliko sezona ili da se par cipela nosi nekoliko godina još dugo biti dočekivana samo podsmijehom ili, u boljem slučaju, dobroćudnim osmijehom.

Priredio Jakov Buljan,  
UNIDO konzultant za kožarsku industriju

# Svojstva tekstilnih kompozita za izradu papuča

## 1. Uvod

Od devet tipova energije (kemijska, kinetička, gravitacijska, elastična potencijalna, električna, toplinska, nuklearna, svjetlosna i zvučna, [1]), toplinska energija ima ključno mjesto u ocjeni parametara udobnosti tekstilnih/odjevnih predmeta i obuće. Preciznije, prijenos topline i tvari (vodene pare) parametri su koji izravno određuju udobnost predmeta koje osoba nosi. Toplina je vrsta energije koja se uobičajeno označuje s  $Q$ , a čija je jedinica u SI sustavu džul (J). Prijelaz topline, tj. količina prenošene/promijenjene topline u jedinici vremena predstavlja toplinski tok koji se označuje s  $F$  (ili  $H$ ) te se izražava u jedinicama  $W$  ( $W = J/sec$ ). Drugim riječima, toplinski je tok zapravo uložena snaga, npr. grijača. Gustoća toplinskog toka ( $q$ ) definirana je omjerom toplinskog toka i površine ( $A$ ) kroz koju prolazi, a izražava se u  $W/m^2$ . Obično se kaže da toplina spontano prelazi s tijela više temperature na tijelo niže temperature, i ako nema razlike u temperaturi ( $DT$ ), nema ni prijenosa toplinske energije. Toplina se s jednog tijela na drugo tijelo prenosi kondukcijom, konvekcijom i zračenjem. Prolaz topline kroz bilo koji tekstilni plošni proizvod, kožu ili kompozitni materijal događa se kondukcijom i radijacijom. Konvekcija unutar plošnih tekstilnih proizvoda i kože zanemarivo je mala [2]. Temeljni objektivni parametri za ocjenu udobnosti tekstila, odjeće i obuće jesu otpor prolazu topline i otpor prolazu vodene pare. Uređaj za mjerenje otpornosti prolazu topline i vodene pare plošnih proizvoda (tkanina, pletiva netkanog tekstila, kože i kompozita) jest tzv. Vruća ploča (eng. *Sweating Guarded Hot Plate*), a radi sukladno normi HRN EN ISO 11092:2014 Tekstil – Fiziološka svojstva – Mjerenje toplinske otpornosti i propusnosti vodene pare u stacionarnom stanju (ispitivanje s vlažnom Vrućom pločom) [3]. Jednadžbe prema kojima se na njemu određuju otpor prolazu topline i otpor prolazu vodene pare jesu sljedeće:

$$R_{ct} = \frac{(T_s - T_a)}{\frac{H}{A}} - R_{ct0} \quad (1)$$

$$R_{et} = \frac{(p_s - p_a)}{\frac{H}{A}} - R_{et0} \quad (2)$$

gdje su  $R_{ct}$  otpor prolazu temperature uzorka ( $m^2 \times ^\circ C \times W^{-1}$ ),  $T_s$  temperature mjerne ploče ( $^\circ C$ ),  $T_a$  temperature okoline ( $^\circ C$ ),  $H/A$  gustoća toplinskog toka ( $W \times m^{-2}$ ),  $R_{ct0}$  = otpor prolazu topline bez uzorka ( $m^2 \times ^\circ C \times W^{-1}$ ),  $R_{et}$  = otpor prolazu vodene pare uzorka ( $m^2 \times Pa \times W^{-1}$ ),  $p_s$  = tlak zasićene pare na površini mjerne ploče (Pa),  $p_a$  = tlak vodene pare zraka (Pa),  $R_{et0}$  = otpor prolazu vodene pare bez uzorka ( $m^2 \times Pa \times W^{-1}$ ).

Za višeslojne tekstilne materijale (kompozite) ukupni otpor prolazu topline određuje se izrazom:

$$1/R_{ctu} = 1/R_{ct1} + 1/R_{ct2} + \dots + 1/R_{ctn} \quad (3)$$

gdje su  $R_{ctu}$  ukupni otpor prolazu topline kompozita,  $R_{ct1}$ ,  $R_{ct2}$ ,  $R_{ctn}$  otpori prolazu topline 1, 2 odn.  $n$ -te komponente kompozita.

Prema jednakim jednadžbama na Modelu stopala (eng. *Foot Model*) određuje se i otpor prolazu topline i vodene pare za gotovu obuću.

Za izradu gornjišta papuča često se upotrebljavaju različiti višeslojni tekstilni kompozitni materijali. Dizajn i konstrukcija modela, kao i tehnologija spajanja gornjišta i potplata prilagođeni su strukturi i svojstvima navedenih materijala. Funkcionalnost i udobnost određenog modela papučice ovisna je o svojstvima tekstilnih kompozitnih materijala od kojih je izrađena. Udobnost obuće općenito, pa tako i papuča, izravno je ovisna o svojstvima propusnosti topline i vodene pare materijala od kojeg je izrađeno gornjište.

Osim poznavanja osnovnih svojstava materijala, sve je naglašenija potreba praćenja njihovih svojstava tijekom primjene, tj. nošenja predmeta. Jedan od važnih čimbenika takvog praćenja odnosi se na mogućnost pranja pa je važno poznavanje svojstava materijala prije i nakon određenog broja ciklusa pranja.

Svrha je ovog rada utvrditi utjecaj višestrukog pranja na funkcionalnost dvoslojnoga i troslojnoga kompozitnog materijala, iskazanu kroz parametre propusnosti topline i vodene pare te njihov estetski izgled iskan kroz parametar promjene obojenja. Na temelju utvrđenih utjecaja pranja na funkcionalnost i estetski izgled kompozita potrebno je dati kritički osvrt na kvalitetu kompozita namijenjenog izradi gornjišta papuča.

## 2. Eksperimentalni dio

Za ispitivanje su odabrani dvoslojni i troslojni kompozitni tekstilni materijali. Osnovni parametri dvoslojnoga kompozita prikazani su u tablici 1, a troslojnog u tablici 2.

Dvoslojni kompozitni materijal nazivne površinske mase od  $600 \text{ g/m}^2$  sastavljen je iz dva sloja 100-postotnih pamučnih tkanina tkanih u osnovnim vezovima. Gornja tkanina istkana je u keper vezu, a donja u platnenom vezu. Za spajanje gornje i donje tkanine upotrijebljen je lateks na vodenoj bazi. Ovaj je kompozitni materijal lagan, mekan i odgovarajući za izradu gornjišta papuča. Upotrebom lateksa osigurana je stabilnost, mekoća i podatnost kompozita.

Troslojni kompozit nazivne površinske mase  $800 \text{ g/m}^2$  strukturiran je iz tri tkanine. Gornja i srednja tkanina izrađene su od pamuka (100 %), a donja od mješavine poliestera i pamuka (54/46 %). Tkanine su tkane u osnovnim vezovima, gornja i središnja u keper, dok je donja u platnenom vezu. Spojene su nanosom poliakrilata koji zbog svoje transparentnosti ne opterećuje

Tablica 1: Obilježja dvoslojnoga kompozita namijenjenog za izradu gornjišta papučice

Obilježja dvoslojnoga kompozita	
sirovinski sastav / vez tkanine gornja donja	pamuk (100 %)/keper pamuk (100 %)/platno
spajanje	nanos lateksa na bazi vode
površinska masa ( $\text{g/m}^2$ )	600

Tablica 2: Obilježja troslojnoga kompozita namijenjenog za gornjište papučice prema specifikaciji proizvođača

Obilježja troslojnoga kompozita	
sirovinski sastav / vez tkanine gornja i srednja donja	pamuk (100 %)/keper PES/pamuk (54/46)/platno
spajanje	nanos akrilata na bazi vode
površinska masa ( $\text{g/m}^2$ )	800

strukturu kompozita, a pridonosi održavanju forme i čvrstoće.

Perivost tekstilnih kompozita određena je prema normi HRN EN ISO 6330 – Postupci pranja i sušenja u kućanstvu [4]. Materijal namijenjen izradi gornjišta papučice prije pranja je uložan u poliestersku mrežastu vrećicu i opran komercijalnim tekućim deterdžentom (koncentracije  $2 \text{ g/l}$ ) uz pamučni balast (masa  $3 \text{ kg}$ ) u kućanskoj perilici, Whirlpool AWO/D 43136 na  $30^\circ \text{C}$ . Oprani je materijal osušen na zraku. Opisani je postupak ponovljen kroz tri (3) ciklusa.

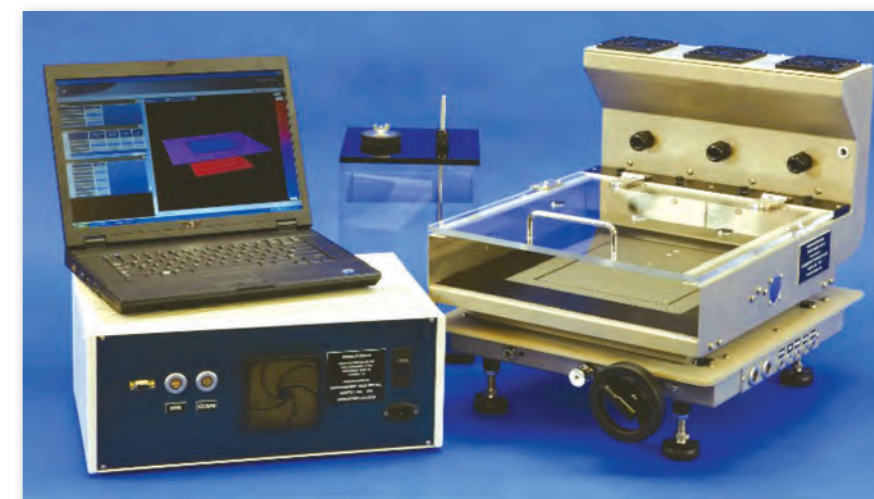
Parametri otpornosti prolazu topline i vodene pare, kao i spektralna obilježja kompozitnog materijala određeni su prije i nakon pranja na uređajima:

- Vrućoj ploči (*Sweating Guarded Hot Plate*, model 8.2 (sl. 1) i
- Remisijskom spektrofotometru Spectraflash SF 3890 (sl. 2).

Promjene obojenja ispitane su na oba kompozita prije i nakon tri ciklusa pranja. Promjene obojenja ocijenjene su po sivoj skali (ISO A05) prema normi HRN EN ISO 105-A05 3-4 – Tekstil-Ispitivanje postojanosti obojenja – Dio A05: Instrumentalna metoda određivanja promjene boje u usporedbi s vrijednostima sive skale [5].

Spektralna obilježja kompozitnih materijala mjerena su na remisijskom spektrofotometru Spectraflash SF 600 PLUS-CT, slika 3. Za uspoređivanje promjena tona ispitivanih materijala prije i nakon pranja upotrijebljene su koordinate CIELab sustava,  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $H^*$ . Utjecaj pranja izražen je preko ukupne razlike u boji,  $dE$  koja uključuje parametre razlike u svjetlini,  $dL^*$ , razlike u zasićenju,  $dC^*$  i razlike u tonu,  $dH^*$  opranih uzoraka u odnosu prema nepranom uzorku. Dogovorene granice odstupanja razlika CIELab spektralnih veličina za tekstil najčešće se definiraju ugovorom ili zahtjevom u tehničkoj specifikaciji, ovisno o namjeni proizvoda i specifičnim zahtjevima na kvalitetu proizvoda.

Radi specifičnosti dezena ispitivanog materijala za izradu papuča načinjena su mjerenja svijetlih i tamnih tonova na četiri mjesta.



Slika 1: Uređaj za mjerenje otpornosti prolazu topline i vodene pare plošnih materijala Vruća ploča (SGHP 8.2. tt. *Measurement Technology Northwest*)



Slika 2: Remisijski spektrofotometar Spectraflash SF 600 PLUS-CT

Debljina kompozita određena je debljinomjerom prema metodi HRN EN ISO 5084:2003 Tekstil – Određivanje debljine tekstila i tekstilnih proizvoda [6].

## 3. Rezultati i rasprava

U tablici 3 prikazani su rezultati ispitivanja kompozitnih materijala, prije i nakon pranja, na temelju prethodno naznačenih parametara, otpora prolazu topline i vodene pare te debljine. Promjene spektralnih obilježja boje, svjetline, zasićenja i tona dani su u tablici 4.

Nakon pranja kompozitnih materijala očekivano je došlo do smanjenja vrijednosti otpora prolazu topline ( $R_{ct}$ ). Kod dvoslojnoga kompozitnog materijala otpor prolazu topline smanjen je s  $0,0488$  na  $0,0399 \text{ m}^2 \text{ K W}^{-1}$ , a kod troslojnoga kompozitnog materijala evidentirano je smanjenje otpora prolazu topline s  $0,0346$  na  $0,0286 \text{ m}^2 \text{ K W}^{-1}$  (tab. 3).

Otpor prolazu vodene pare ( $R_{et}$ ) izmjeren prije i nakon pranja pokazao je razlike između dvoslojnoga i troslojnoga kompozita. Dok je kod dvoslojnoga kompozitnog materijala došlo do smanjenja otpora pro-



Tablica 3: Otpor prolazu topline i vodene pare troslojnoga kompozita

Materijal	Otpor prolazu topline (Rct), m <sup>2</sup> K W <sup>-1</sup>		Otpor prolazu vodene pare (Ret), m <sup>2</sup> Pa W <sup>-1</sup>		Debljina (mm)	
	prije pranja	nakon pranja	prije pranja	nakon pranja	prije pranja	nakon pranja
troslojni kompozit	0,0346	0,0286	77,6591	93,4876	1,4	1,6
dvoslojni kompozit	0,0488	0,0399	30,3984	25,6503	1,1	1,5

Tablica 4: Promjene spektralnih obilježja materijala nakon 3 ciklusa pranja

Ton	dL*	dC*	dH*	dE
tamnosivo na dvoslojnom kompozitu	-2,433	2,291	1,358	3,733
svijetlosivo na dvoslojnom kompozitu	0,617	4,272	2,010	5,446
tamnoplavo na troslojnom kompozitu	-2,388	2,312	0,410	3,501
svijetloplavo na troslojnom kompozitu	-2,866	-0,040	0,588	2,954

lazu vodene pare s 30,3984 na 25,6503 m<sup>2</sup> Pa W<sup>-1</sup> što je u skladu s očekivanjima, kod troslojnoga kompozita došlo je do povećanja ovog otpora sa 77,6591 na 93,4876 m<sup>2</sup> Pa W<sup>-1</sup>.

Porast debljine nakon pranja utvrđen je kod oba kompozita. Kod dvoslojnoga kompozitnog materijala porast debljine nešto je veći i debljina se promijenila od 1,1 mm prije pranja na 1,5 mm nakon pranja. Kod troslojnoga kompozita promjena debljine nešto je manja, od 1,4 mm prije pranja na 1,6 mm poslije pranja.

Promjene otpora prolazu topline, vodene pare te debljine prouzročene su promjenama u strukturi kompozitnih materijala nastalih nakon provedenog postupka pranja. Predmet daljnjih ispitivanja trebalo bi biti upravo praćenje strukturnih promjena u osnovnim tekstilnim materijalima i materijalima upotrijebljenim za spajanje tkanina, odabiru sredstva za pranje, kao i režimu pranja.

Spektralna obilježja mjerena su na tonovima koji su prevladavajući na kompozitu. Na dvoslojnom kompozitu mjerenja su rađena na svijetlom i tamnom sivom tonu, a kod troslojnoga kompozita na svijetlom i tamnom plavom tonu.

Iz rezultata ukupne razlike u boji (dE), promjene svjetline (dL\*), promjene zasićenja (dC\*) i promjene tona (dH\*) opranog materijala u odnosu prema nepranome

materijalu (tablica 4), očito je da su uvjeti strojnog pranja izazvali promjenu spektralnih obilježja.

Usporedbom promjena zastupljenih tonova obojenja dvoslojnoga i troslojnoga kompozita prema rezultatima iz tablice 4 očito je da je najveća promjena zabilježena kod dvoslojnoga kompozita na svijetlosivom tonu (dE=5,46). Promjene ukupne razlike u boji ostalih tonova na troslojnom kompozitu, svijetloplavog (dE=2,954) i tamnoplavog (dE=3,501) na dvoslojnom su kompozitu također visoke. Nastale promjene mogu biti uvjetovane slabijom postojanošću obojenja, sastavom sredstva za pranje kao i režimom pranja. U planu eksperimenta nije predviđeno pranje u vodi bez sredstva za pranje te se ne može jednoznačno utvrditi razlog nastalih promjena, koje su isključivo estetske prirode.

## 4. Zaključak

Prema rezultatima ispitivanja potvrđene su promjene nastale pranjem kompozitnih materijala. Kod troslojnoga kompozitnog materijala načinjenog od pamuka u gornjem i srednjem sloju te mješavine pamuka i poliesteru u donjem sloju, spajanih akrilatima može se zaključiti da promjene nastale pranjem mogu utjecati na funkcionalnost ovog materijala. Naime, smanjenje otpora prolazu topline smanjuje izolacijska

svojstva materijala, a povećanje debljine i otpora prolazu vodene pare slabe svojstva udobnosti papuču u čije je gornjište ugrađen ispitivani troslojni kompozit. Utvrđene su promjene spektralnih obilježja na oba kompozitna materijala.

## Literatura

- [1] <http://saywithscience>, pristupljeno 10. 7. 2013.
- [2] Skenderi, Z. et. al: Objective vs. subjective evaluation of comfort parameters, *Ergonomics* 2013., Mijović, B., Salopek Čubrić, I., Čubrić, G., Sušić, A. (ur.), 9-14, ISBN 01-1848-9699, Zadar, 12-15. 6. 2013., Zagreb: Croatian Ergonomics Society, (2013.)
- [3] HRN EN ISO 11092:2014 Tekstil – Fiziološka svojstva – Mjerenje toplinske otpornosti i propusnosti vodene pare u stacionarnom stanju (ispitivanje s vlažnom Vrućom pločom)
- [4] HRN EN ISO 6330 – Postupci pranja i sušenja u kućanstvu
- [5] HRN EN ISO 105-A05 3-4 – Tekstil – Ispitivanje postojanosti obojenja – Dio A05: Instrumentalna metoda određivanja promjene boje u usporedbi s vrijednostima sive skale
- [6] HRN EN ISO 5084:2003: Tekstil – Određivanje debljine tekstila i tekstilnih proizvoda