

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 zamjerenje otpornosti prolazu topline i vodene pare plošnih proizvoda (tkanina, pletiva netkanog tekstila, kože i kompozita) jest tzv. Vruća ploča (eng. Sweating Guraded 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 svlažnom Vrućom pločom) [3]. Jednadžbe prema kojima se na njemu određuju otpor prolazu topline i otpor prolazu vodene pare jesu sljedeće: gdje su R_{ct} otpor prolazu temperature uzorka ($m^2 \times ^\circ C \times W^{-1}$), T_s temperature

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

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

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 papuče ovisnaje 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.

Svrhaje 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 iskazan 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 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 g/m^2 strukturiran je iz tri tka-

nine. 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 papuče

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

Tablica 2: Obilježja troslojnoga kompozita namijenjenog za gornjište papuče 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 (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 isušivanja u kućanstvu [4]. Materijal namijenjen izradi gornjišta pa-

puče prije pranja je uložen u poliestersku mrežastu vrećicu i opran komercijalnim tekućim deterdžentom (koncentracije 2g/l) uz pamučni balast (masa 3 kg) u kućanskoj perilici, Whirlpool AWO/D 43136 na 30°C. Oprani je materijal osušena zraku. Opisani je postupak ponovljen kroz tri (3) ciklusa.

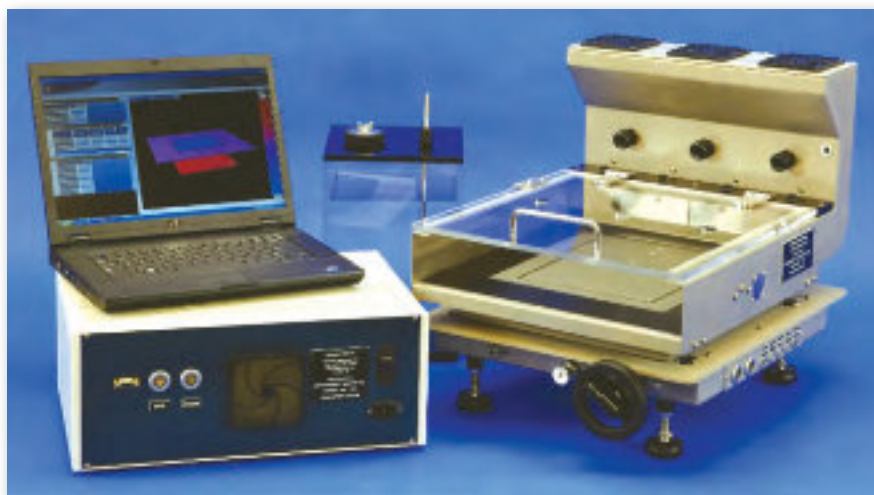
Parametri otpornosti prolazu topline i vodene pare, kao i spektralna obilježja kompozitnog materijala određeni su prije i nakon pranja na uređajima:

- i Vrućoj ploči (SweatingGuarded Hot Plate, model 8.2 (sl. 1))
- ii Remisijskom spektrofotometru Spectraflash SF3890 (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 SF600 PLUS-CT, slika 3. Za uspoređivanje promjena tona ispitivanih materijala prije i nakon pranja upotrijebljene su koordinate CIELabsustava, 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 CIELabspektralnih 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 papučica 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 SF600 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 (Rct). Kod dvoslojnoga kompozitnog materijala otpor prolazu topline smanjen je s 0,0488 na 0,0399 m² K W⁻¹, a kod troslojnoga kompozitnog materijala evidentirano je smanjenje otpora prolazu topline s 0,0346 na 0,0286 m² K W⁻¹ (tab. 3).

Otpor prolazu vodene pare (Ret) 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 ² K W ⁻¹		Otpor prolazu vodene pare (Ret), m ² Pa W ⁻¹		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
tamnosoivo na dvoslojnom kompozitu	-2,433	2,291	1,358	3,733
sv etlosivo na dvoslojnom kompozitu	0,617	4,272	2,010	5,446
tamnoplavo na troslojnom kompozitu	-2,388	2,312	0,410	3,501
sv etloplavo na troslojnom kompozitu	-2,866	-0,040	0,588	2,954

lazu vodene pare s30,3984 na 25,6503 m² PaW⁻¹ što je u skladu s očekivanjima, kod troslojnoga kompozita došlo je do povećanja ovog otpora sa 77,6591 na 93,4876 m² PaW⁻¹.

Porast debljine nakon pranja utvrđen je kod oba kompozita. Kod dvoslojnogakompozitnog 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*) i 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) te tamnosivog (dE=3,733) 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 sene 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 slabesvojstva 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-A053-4 – 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