

KVALITET SUNĐERASTIH KRPA OCENJEN NA OSNOVU PREKIDNIH SVOJSTAVA

Koviljka A. Asanović^{1*}, Mirjana M. Kostić¹, Tatjana V. Mihailović¹

¹ Katedra za tekstilno inženjerstvo, Tehnološko-metalurški fakultet,
Univerzitet u Beogradu,
* e-mail: koka@tmf.bg.ac.rs

Naučni rad

UDC: 677.075.5.0.7.4

DOI: 10.5937/tekstind1901012A

Apstrakt: U radu su ispitivana prekidna svojstva dve grupe sunđerastih krpa dostupnih na tržištu Republike Srbije. Jednu grupu su činile sunđeraste krpe dobijene od mešavine viskoze i pamuka (uzorci 1-3), dok je druga grupa obuhvatala krpe ojačane poliestarskom mrežom (uzorci 4 i 5). Od prekidnih svojstava su određivani prekidna sila, prekidno izduženje, sila probijanja i hod kugle pri probijanju. Ispitivanja su realizovana na uzorcima neposredno nakon njihovog vađenja iz komercijalnog pakovanja (mokri uzorci), i sušenja na vazduhu ($T=30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=40\%$) u trajanju od dva dana (suvi uzorci). Dobijeni rezultati su pokazali da su ispitivana prekidna svojstva u funkciji sirovinskog sastava krpa i vlažnosti ispitivanih uzoraka, dok su prekidna sila i prekidno izduženje takođe i u funkciji pravca ispitivanja (uzdužni ili poprečni). Rezultati ocene kvaliteta ispitivanih krpa, dobijeni na osnovu kompleksnog koeficijenta kvaliteta, pokazali su da samo uzorak 3 poseduje dobar kvalitet, dok ostala četiri uzorka imaju odličan kvalitet kako u mokrom, tako i u suvom stanju.

Ključne reči: sunđeraste krpe, kvalitet, prekidna sila, prekidno izduženje, sila probijanja, hod kugle pri probijanju.

QUALITY OF SPONGE CLOTHS EVALUATED ON THE BASIS OF THEIR STRENGTH PROPERTIES

Abstract: In this paper, the strength properties of the two groups of sponge cloths available on the market of the Republic of Serbia were investigated. One group of sponge cloths was made of viscose - cotton fiber blend (Samples 1 to 3), while the other group was reinforced with a polyester net (Samples 4 and 5). Strength properties of investigated cloths were determined based on tensile strength, tensile elongation, bursting strength and ball traverse elongation. Investigations were carried out on samples immediately after their removal from commercial packaging (wet samples) and drying on the air ($T=30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=40\%$) in the duration of two days (dry samples). The obtained results showed that examined strength properties are in a function of the raw material composition of the sponge cloth and moisture content in the investigated samples, while the tensile strength and tensile elongation are also in a function of the direction of the investigation (machine direction or cross direction). The results of the quality assessment of the investigated sponge cloths, obtained based on the complex criterion of quality, showed that only the sample 3 has good quality, while the other four samples have excellent quality, both in wet and dry condition.

Key words: sponge cloths, quality, tensile strength, tensile elongation, bursting strength, ball traverse elongation

1. UVOD

Danas ne postoji opšteprihvaćena definicija netkanih tekstilnih materijala zbog brzog razvoja tehnologija njihovog dobijanja, kao i različitih stavova o tome kada se neki tekstilni materijal prestaje smatrati konvencionalnim, a počinje smatrati netkanim tekstilnim materijalom. Najopštija definicija netkanih tekstilnih materijala koja glasi "Netkani tekstilni materijali predstavljaju tekstilnu strukturu proizvedenu povezivanjem ili preplitanjem vlakana, naknadno učvršćenu mehaničkim, termičkim, hemijskim ili kombinovanim putem" je dostupna u ASTM (The American Society for Testing and Materials) standardima [1]. Netkani tekstilni materijali se mogu dobiti iz veoma kratkih vlakana, reda nekoliko milimetara, iz vlakana čije su dužine karakteristične za izradu tradicionalnog tekstila, ili pak od veoma dugačkih (filament) niti. Svojstva netkanih tekstilnih materijala se mogu podesiti u širokim granicama, zahvaljujući odabiru odgovarajućih parametara procesa proizvodnje kao što su: izbor vlakana, tehnološkog postupka i načina učvršćivanja, izbor postupka i vrste dorade, i slično. Variranjem navedenih parametara proizvodnje moguće je dobiti netkane materijale sa povećanom sposobnošću apsorpcije i zadržavanja vode, povećanim zadržavanjem prljavštine, visokim performansama čišćenja uz malu masu materijala, dobrim higijenskim karakteristikama, dobrom jačinom, mekoćom i elastičnošću, velikom slobodnom unutrašnjom zapreminom, itd. Zahvaljujući navedenim svojstvima, netkani tekstilni materijali nalaze primenu u skoro svim oblastima industrije i svakodnevnog života i sve češće se upotrebljavaju kao alternativa za tradicionalne tekstilne materijale, npr. u oblasti higijene i zaštite zdravlja, u automobilske industriji, za toplotnu i zvučnu izolaciju, za izradu podnih obloga, za izradu nameštaja, u agroindustriji i slično [1-3].

Netkani tekstilni materijali su visoko porozni materijali sa poroznošću koja je veća od 50% i obično iznosi oko 80% [4], što ove materijale čini veoma pogodnim za održavanje higijene u domaćinstvu [5]. Poželjno je da materijali za održavanje higijene u domaćinstvu, kao što su visokoapsorbirajuće krpe, peškiri i sunđerasti artikli, pored dobrih sorpcionih svojstava (npr. povećane sposobnosti apsorpcije i zadržavanja vode) poseduju i zadovoljavajuću jačinu, što doprinosi njihovom sveobuhvatnom kvalitetu. Stoga je cilj ovog rada bio da se ispita kvalitet sunđerastih krpa, na osnovu njihovih prekidnih svojstava kao što su: prekidna sila, prekidno izduženje, sila probijanja i hod kugle pri probijanju.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Materijal

Kao eksperimentalni materijal korišćene su komercijalne sunđeraste krpe koje svoju primenu nalaze za održavanja higijene u domaćinstvu, a koje su dostupne na tržištu Republike Srbije. Osnovne karakteristile ispitivanih uzoraka date su u tabeli 1. Sirovinski sastav prikazan u tabeli 1 je preuzet sa deklaracije proizvoda, a površinska masa i debljina ispitivanih uzoraka određene su eksperimentalnim putem odmah nakon uzimanja uzoraka iz komercijalnih pakovanja.

Tabela 1: Strukturne karakteristike ispitivanih uzoraka

Broj uzorka	Sirovinski sastav	Površinska masa, g/m ²	Debljina, mm
Uzorci bez poliestarske mreže			
1.	regenerisana celuloza/pamuk (70/30 %)	631	4,33
2.	celuloza/pamuk (70/30 %)	667	4,51
3.	viskoza/pamuk (70/30 %)	800	4,26
Uzorci sa poliestarskom mrežom			
4.	alveolarni celulozni proizvod	536	3,91
5.	alveolarni celulozni proizvod od drvene pulpe ojačan poliestarskom mrežom	574	3,81

2.2. Metode

2.2.1. Određivanje strukturnih karakteristika

Površinska masa ispitivanih sunđerastih krpa određena je merenjem mase uzoraka površine 100 cm² na analitičkoj vagi sa preciznošću od 0,0001 g i naknadnim preračunavanjem mase uzorka na površinu od 1 m². Debljina je izmerena primenom merača debljine (AMES, tip 414-10, USA) pri pritisku od 9,96 kPa.

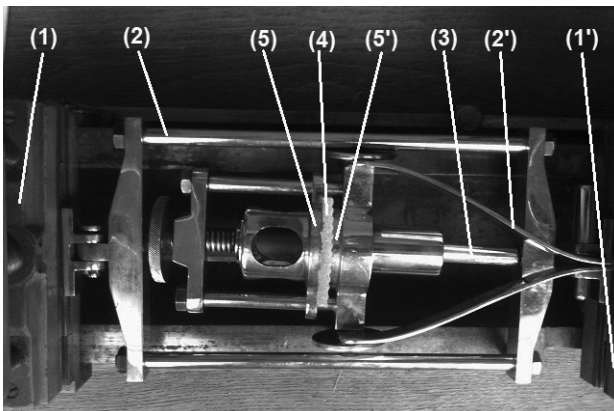
2.2.2. Određivanje prekidnih karakteristika

Prekidna svojstva sunđerastih krpa određena su odmah nakon njihovog vađenja iz komercijalnog pa-

kovanja (mokri uzorci) i sušenja na vazduhu ($T=30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=40\%$) u trajanju od dva dana (suvi uzorci).

Prekidna sila (F , N) i prekidno izduženje (l , mm) određeni su primenom dinamometra *Textest*, Switzerland. Ispitivanja su realizovana na epruvetama isečenim u pravcu proizvodnje mašine (uzdužni pravac-*UP*) i na epruvetama isečenim normalno na pravac proizvodnje mašine (poprečni pravac-*PP*), kao što je definisano standardom ISO 9073-3 [6]. Širina svake epruvete je bila 50 mm, a merna dužina je iznosila 100 mm.

Sila probijanja (F_b , N) i hod kugle pri probijanju (l_b , mm) su određeni korišćenjem dinamometra AVK Budapest, tip SZ KG-2 i priključnog elementa (Slika 1) koji se montira u stega dinamometra (1) i (1'). Priključni element se sastoji od dva rama (2) i (2') i čvrste kugle (prečnika kugle 9,5 mm) fiksirane za polugu (3). Kugla probija epruvetu (4) kružnog oblika (prečnik epruvete 12,5 mm) postavljenu između stega (5) i (5') u obliku prstena.



Slika 1: Priključni element koji se montira u stega dinamometra za određivanje sile probijanja i hoda kugle pri probijanju

Određivanje prekidnih svojstava realizovano je na sobnoj temperaturi. Rezultati prikazani u radu predstavljaju aritmetičku srednju vrednost pet merenja.

2.2.3. Određivanje sadržaja vlage

Sadržaj vlage u uzorcima (w , %), je određen gravimetrijskom metodom, a izračunat primenom sledeće formule:

$$w = \frac{m_p - m_k}{m_p} \cdot 100 \quad (1)$$

gde je: m_p (g) - masa uzorka pre sušenja do konstantne mase, a m_k (g) - masa uzorka posle sušenja do konstantne mase u sušnici na temperaturi od $105\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.2.4. Određivanje ocene kvaliteta ispitivanih uzoraka

Ocena kvaliteta je izražena kroz vrednost bezdimenzionog pokazatelja kvaliteta (tzv. koeficijenta usaglašenosti - Q). Koeficijent usaglašenosti se određuje pomoću izraza:

$$Q = \frac{X}{X_E} \quad (\text{za } X < X_E) \quad \text{ili}$$

$$Q = \frac{X_E}{X} \quad (\text{za } X_E < X) \quad (2)$$

gde je: X_E – etalonska vrednost, X – srednja vrednost ispitivanog svojstva. U slučaju nedostatka etalonske vrednosti, koristi se minimalna ili maksimalna vrednost ispitivanog svojstva koja označava najbolji kvalitet ispitivanog materijala [7-9]. U ispitivanjima sprovedenim u okviru ovog rada, najveće vrednosti ispitivanih svojstava označavale su najbolji kvalitet uzoraka.

Za kompleksno ocenjivanje na osnovu više ispitivanih svojstava, što je i bio slučaj u ovom radu, moguće je na osnovu pojedinačnih pokazatelja kvaliteta (tj. koeficijenta usaglašenosti $-Q_1, \dots, Q_n$), postaviti kompleksni koeficijent kvaliteta (Q_K) [8, 9]:

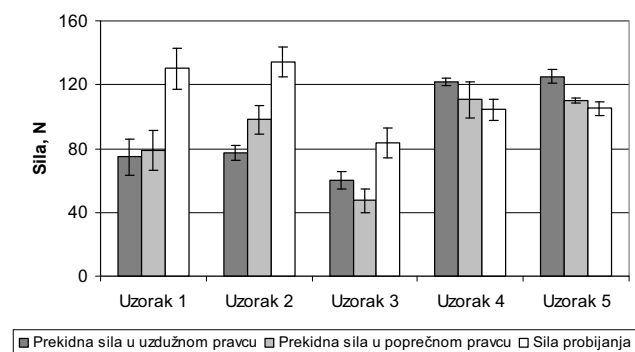
$$Q_K = \frac{\sum_{i=1}^n n_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{Q_i}} = \frac{6}{\frac{1}{Q_1} + \dots + \frac{1}{Q_6}} \quad (3)$$

gde je: Q_1 – koeficijent usaglašenosti za prekidnu silu u uzdužnom pravcu, Q_2 - koeficijent usaglašenosti za prekidno izduženje u uzdužnom pravcu, Q_3 - koeficijent usaglašenosti za prekidnu silu u poprečnom pravcu, Q_4 - koeficijent usaglašenosti za prekidno izduženje u poprečnom pravcu, Q_5 - koeficijent usaglašenosti za silu probijanja i Q_6 - koeficijent usaglašenosti za hod kugle pri probijanju.

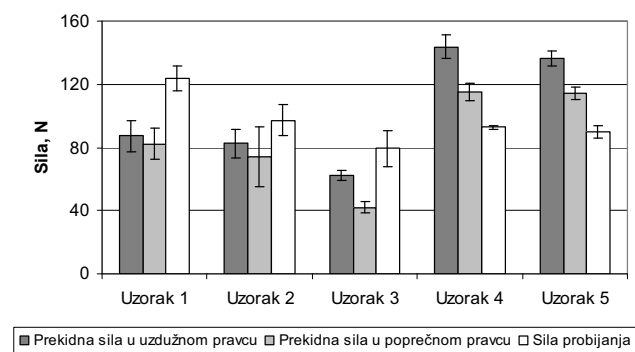
Vrednosti kompleksnog koeficijenta kvaliteta, koje ukazuju na kvalitet proizvoda, date su u tabeli 2 [8].

Tabela 2: Gradacija kvaliteta [8]

Interval vrednosti kompleksnog koeficijenta kvaliteta	Kvalitet
0,76 – 1,00	Odličan
0,51 – 0,75	Dobar
0,26 – 0,50	Zadovoljavajući
0,00 – 0,25	Loš



(a)



(b)

Slika 2: Prekidna sila i sila probijanja sunderastih krpa: (a) mokri uzorci, (b) suvi uzorci

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. Prekidna svojstva sunderastih krpa

Rezultati određivanja prekidne sile u uzdužnom i poprečnom pravcu kao i sile probijanja sunderastih krpa odmah nakon njihovog vađenja iz komercijalnog pakovanja (mokri uzorci), i sušenja na vazduhu ($T=30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=40\%$) u trajanju od dva dana (suvi uzorci), prikazani su na slici 2.

Iz rezultata prikazanih na slici 2 uočava se razlika između prekidne sile određene na uzorcima u uzdužnom i u poprečnom pravcu. Razlog za ovakvo ponašanje je verovatno posledica različite orijentacije vlakana u ispitivanim uzorcima. Histogrami prikazani na slici 2a pokazuju da je kod uzoraka 1 i 2 prekidna sila veća u poprečnom pravcu, dok je kod uzoraka 3, 4 i 5 uočen suprotan trend, odnosno, veća vrednost prekidne sile u uzdužnom pravcu. Rezultati sprovedene statističke analize primenom Studentovog (t) testa (tabela 3) su pokazali da samo kod uzorka 1 ne postoji statistički značajna razlika u prekidnoj sili određenoj u uzdužnom i poprečnom pravcu. Kod svih uzoraka ispitivanih nakon sušenja (slika 2b), registrovana je niža vrednost prekidne sile određene u poprečnom, u odnosu na uzdužni pravac. Međutim, statistički značajna razlika u prekidnoj sili određenoj u uzdužnom i poprečnom pravcu je registrovana samo za uzorke 3, 4 i 5.

Rezultati prikazani na slici 2 pokazuju da postoje razlike između prekidnih sila mokrih i suvih uzoraka, što je rezultat udaljavanja molekula vode koji su se nalazili u uzorcima zapakovanim u komercijalnom pakovanju. Uočava se da uzorci imaju nižu vrednost prekidne sile u komercijalnom (mokrom) stanju,

Tabela 5: Statistička analiza za ispitivana prekidna svojstva sunderastih krpa

Ispitivano svojstvo	Parametar $ t $	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4	Uzorak 5
Prekidna sila	$ t _{mUP/mPP}$	0,62	5,15***	3,57**	2,49*	8,24***
	$ t _{sUP/sPP}$	0,90	0,98	11,32***	7,90***	9,49***
	$ t _{mUP/sUP}$	2,10	1,17	0,82	7,39***	4,47**
	$ t _{mPP/sPP}$	0,58	2,91*	1,65	0,92	2,29
Prekidno izduženje	$ t _{mUP/mPP}$	4,07**	1,59	11,39***	2,33*	8,62***
	$ t _{sUP/sPP}$	4,78**	3,57**	19,17***	0,84	0,73
	$ t _{mUP/sUP}$	6,17***	6,18***	4,03**	8,12***	16,73***
	$ t _{mPP/sPP}$	3,68**	0,64	1,02	6,07***	16,67***
Sila probijanja	$ t _{m/s}$	1,01	6,89***	0,78	4,24**	6,48***
Hod kugle pri probijanju	$ t _{m/s}$	5,73***	2,23	0,25	5,72***	4,36**

Legenda: m – mokri uzorci; s - suvi uzorci; UP – prekidna sila ili prekidno izduženje određeno na uzorcima u uzdužnom pravcu; PP – prekidna sila ili prekidno izduženje određeno na uzorcima u poprečnom pravcu; *–nivo značajnosti 0,05; **– nivo značajnosti 0,01; ***–nivo značajnosti 0,001.

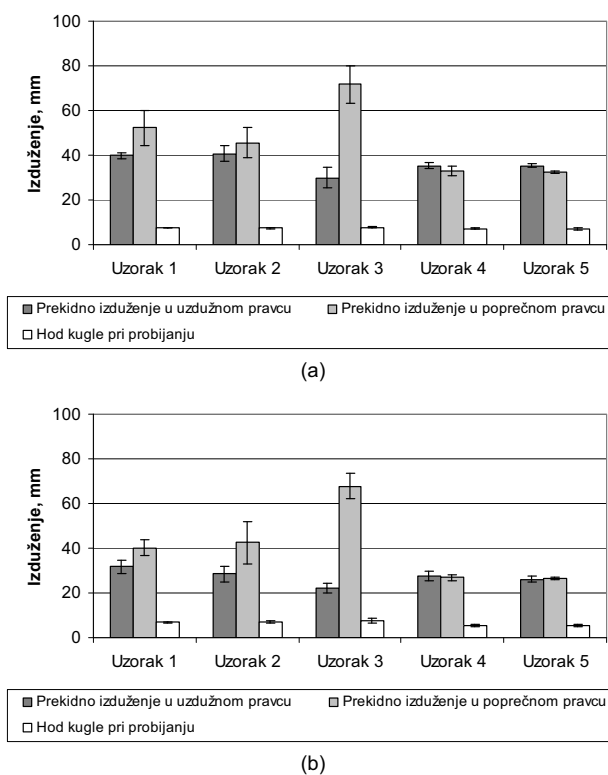
nego u suvom stanju. Razlog za ovakvo ponašanje sunderastih krpa 1, 2 i 3 leži u njihovom sirovinskom sastavu. Za ova tri uzorka je karakteristično prisustvo većeg procentnog udela regenerisane celuloze tj. viskoze (70%) u odnosu na pamuk (30%). Iz literature je poznato da viskoza gubi jačinu u mokrom stanju [1], što je razlog manje jačine mokrih, u odnosu na suve uzorke. Ista zakonitost (niža vrednost prekidne sile mokrih uzoraka u odnosu na suve uzorke) je uočena i kod uzoraka 4 i 5, što je takođe posledica kako niže vrednosti prekidne sile za regenerisanu celulozu, tako i nešto niže prekidne sile PES vlakana u mokrom stanju, nego u suvom stanju [1]. Rezultati sprovedene statističke analize prikazane u tabeli 3, pokazuju da je odležavanje uzoraka na vazduhu kod uzoraka 4 i 5 dovelo do statistički značajne promene u prekidnoj sili određenoj u uzdužnom pravcu, a kod uzorka 2 određenom u poprečnom pravcu.

Ispitivani uzorci su se međusobno razlikovali i u vrednostima sile probijanja (slika 2). U oba ispitivana stanja (mokrom i suvom) uzorak 3 je imao najnižu vrednost sile probijanja. Kod svih uzoraka su registrovane niže vrednosti sile probijanja suvih, u odnosu na mokre uzorke, ali je statistička analiza (tabela 3) pokazala da su te razlike statistički značajne kod uzoraka pod rednim brojem 2, 4 i 5. Razlog za nižu vrednost sile probijanja uzoraka u suvom u odnosu na uzorke u mokrom stanju verovatno leži u činjenici da udaljšavanje vode iz uzorka dovodi do porasta broja pora u uzorku ispunjenih vazduhom, što je praćeno smanjenjem mase uzorka za čije probijanje je potrebno upotrebiti silu manjeg intenziteta. Dobijeni rezultat je u saglasnosti sa rezultatom koji su Rakshit i saradnici objavili u svom radu [10] gde su pokazali da sa porastom mase uzorka raste i jačina na probijanje netkanog materijala. Osim toga, vazduh koji ispunjava pore u suvom uzorku pruža manji otpor prodoru kugle u odnosu na vodu, koja ispunjava pore u mokrim uzorcima.

Razlog za odsustvo statistički značajne razlike u prekidnoj sili i sili probijanja mokrih i suvih uzoraka 1 i 3 je najverovatnije posledica niže relativne promene vlažnosti ta dva uzorka prouzrokovana njihovim sušenjem (tabela 4). Međutim, kod uzoraka 2, 4 i 5, kod kojih je

sušenje dovelo do sniženja vlažnosti uzorka za više od 85%, registrovane su statistički značajne razlike u prekidnoj sili i sili probijanja između mokrih i suvih uzoraka.

Rezultati ispitivanja prekidnog izduženje i hoda kugle pri probijanju sunderastih krpa odmah nakon njihovog vađenja iz komercijalnog pakovanja (mokri uzorci), i sušenja na vazduhu ($T=30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=40\%$) u trajanju od dva dana (suvi uzorci), prikazani su na slici 3.



Slika 3: Prekidno izduženje i hod kugle pri probijanju sunderastih krpa: (a) mokri uzorci, (b) suvi uzorci

Histogrami prikazani na slici 3 pokazuju da ispitivani uzorci imaju različita prekidna izduženja određena u pravcu proizvodnje mašine (uzdužni pravac) i u pravcu normalnom na pravac proizvodnje maši-

Tabela 4: Vlažnost mokrih i suvih uzoraka

Broj uzorka	Vlažnost mokrih uzoraka,%	Vlažnost suvih uzoraka,%	Relativna promena vlažnosti uzorka, %
1.	34,5	10,0	71,0
2.	43,3	3,1	92,8
3.	38,1	30,4	20,2
4.	29,8	3,1	89,6
5.	34,8	5,1	85,3

ne (poprečni pravac), kako u mokrom, tako i u suvom stanju. Dobijene razlike u prekidnim izduženjima nisu statistički značajne kod mokrog uzorka 2 i suvih uzoraka 4 i 5 (tabela 3). Komparacijom rezultata prikazanih na slikama 3a i 3b uočava se smanjenje izduženja na suvim uzorcima, što je posledica niže vrednosti prekidnog izduženja pamuka, viskoze i PES vlakana u suvom u odnosu na prekidno izduženje u mokrom stanju [1]. Sušenje uzoraka je dovelo do statistički značajnog smanjenja prekidnog izduženja na svim uzorcima u uzdužnom pravcu i kod uzoraka 1, 4 i 5 u poprečnom pravcu. Takođe, kod istih uzoraka (uzorci 1, 4 i 5) je registrovano da odležavanje uzoraka na vazduhu dovodi do statistički značajne promene u hodu kugle pri probijanju. Na osnovu sprovedene statističke analize, primenom *t*-testa, može se konstatovati da je sušenje uzoraka imalo veći uticaj na prekidno izduženje nego na prekidnu silu, što se prvenstveno može objasniti činjenicom da se prisutna voda u vlažnim uzorcima ponaša kao plastifikator i da njeno uklanjanje dovodi do reorganizacije strukture vlakana, a samim tim i promene prekidnih karakteristika uzoraka, pri čemu su promene prekidnog izduženja izraženije [11].

Rezultati prikazani na slikama 2 i 3 pokazuju da su se ispitivani uzorci međusobno razlikovali u svim određivanim prekidnim karakteristikama (prekidnoj sili i izduženju, sili probijanja i hodu kugle pri probijanju). Rezultati sprovedene statističke analize su prikazani u tabeli 5.

Sprovedena statistička analiza je pokazala da kako mokri, tako i suvi uzorci 1 i 2 poseduju statistič-

ki značajno više vrednosti prekidnih karakteristika u odnosu na uzorak 3. Takođe, može se konstatovati da se uzorci 4 i 5 ne razlikuju statistički značajno ni u jednom ispitivanom prekidnom svojstvu. Saglasnost rezultata u ispitivanim prekidnim karakteristikama za ova dva uzorka je evidentirana kako u mokrom, tako i u suvom stanju.

Izgled uzorka 1, kao predstavnika sunderastih krpa bez poliestarske mreže i uzorka 5 kao predstavnika sunderastih krpa sa poliestarskom mrežom, snimljenih pre, u trenutku prekida i posle probijanja metalnom kuglom prikazani su na slici 4.

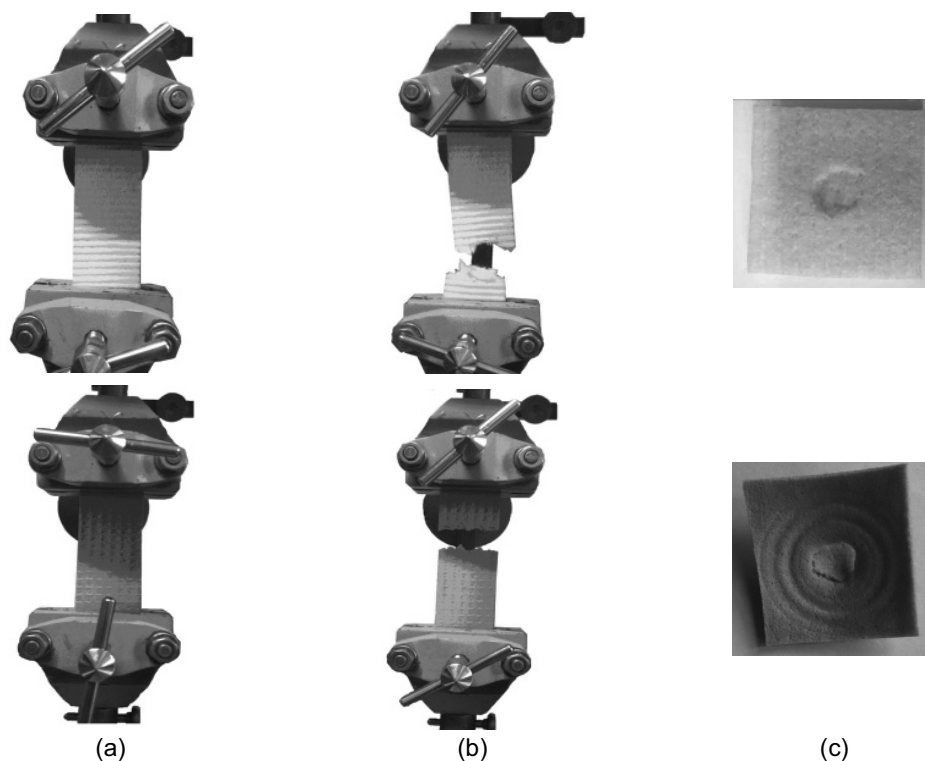
Sa slike 4 se uočava da uzorak sa poliestarskom mrežom (uzorak 5) ima ravnomernu liniju prekida (slika 4b-donja slika), dok se kod uzorka bez poliestarske mreže (uzorak 1) formira nazubljen prekid (slika 4b-gornja slika). Ravnomeran prekid kod uzorka 5 se može objasniti prisustvom poliestarske mreže u strukturi ovog uzorka. Pri probijanju uzoraka kuglom nastaje trag koji ostavlja kugla usled pritiska na materijal (slika 4c). Ovaj trag je izraženiji kod uzorka 5 koji poseduje veću krutost usled prisustva poliestarske mreže.

3.2. Ocena kvaliteta sunderastih krpa

Rezultati ocene kvaliteta ispitivanih uzoraka dobijeni izračunavanjem kompleksnog koeficijenta kvaliteta (Q_k), za ispitivana prekidna svojstva, prikazani su u tabeli 6.

Tabela 5. Statistička analiza za prekidna svojstva između sunderastih krpa

Parametar $ t $	F_{UP}	I_{UP}	F_{PP}	I_{PP}	F_b	f
Mokri uzorci						
$ t _{1/2}$	0,75	0,65	3,30*	1,73	0,64	2,00
$ t _{1/3}$	2,96*	5,44***	5,69***	4,36**	7,43***	2,08
$ t _{2/3}$	6,22***	4,86**	11,12***	6,32***	9,71***	2,88*
$ t _{4/5}$	1,81	0,00	0,09	0,65	0,32	1,70
Suvi uzorci						
$ t _{1/2}$	1,03	1,79	0,95	0,61	5,42***	0,00
$ t _{1/3}$	5,48***	6,50***	10,00***	10,76***	8,21***	2,28
$ t _{2/3}$	5,34***	3,89**	4,34**	5,88***	2,81*	2,11
$ t _{4/5}$	2,12	1,47	0,37	0,36	1,67	0,58
Legenda: F_{UP} – prekidna sila u uzdužnom pravcu; I_{UP} – prekidno izduženje u uzdužnom pravcu; F_{PP} – prekidna sila u poprečnom pravcu; I_{PP} – prekidno izduženje u poprečnom pravcu; F_b – sila probijanja; f – hod kugle pri probijanju; 1, 2, 3, 4 i 5 – broj uzorka; * – nivo značajnosti 0,05; ** – nivo značajnosti 0,01; *** – nivo značajnosti 0,001.						



Slika 4: Fotografije uzorka 1 (gornje slike) i uzorka 5 (donje slike): (a) pre kidanja; (b) u trenutku prekida; (c) nakon probijanja

Tabela 6: Ocena kvaliteta sunderastih krpa

Broj uzorka	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_k
Mokri uzorci							
1.	0,90	0,93	0,73	0,68	0,90	0,94	0,83
2.	0,93	0,95	0,91	0,59	0,93	0,91	0,85
3.	0,72	0,70	0,44	0,93	0,58	0,98	0,67
4.	0,93	0,69	0,89	0,94	0,92	0,96	0,88
5.	0,96	0,69	0,89	0,93	0,93	0,91	0,87
Suvi uzorci							
1.	0,89	0,91	0,91	0,56	0,94	0,85	0,82
2.	0,84	0,82	0,82	0,59	0,74	0,85	0,76
3.	0,63	0,63	0,47	0,94	0,60	0,96	0,66
4.	0,95	0,92	0,95	0,96	0,97	0,83	0,93
5.	0,90	0,87	0,94	0,95	0,94	0,86	0,91

Legenda: Q_1 – koeficijent usaglašenosti prekidne sile u uzdužnom pravcu, Q_2 – koeficijent usaglašenosti prekidnog izduženja u uzdužnom pravcu, Q_3 – koeficijent usaglašenosti prekidne sile u poprečnom pravcu, Q_4 – koeficijent usaglašenosti prekidnog izduženja u poprečnom pravcu, Q_5 – koeficijent usaglašenosti sile probijanja, Q_6 – koeficijent usaglašenosti hoda kugle pri probijanju, Q_k – kompleksni koeficijent kvaliteta.

Imajući u vidu gradaciju kvaliteta datu u tabeli 2 može se konstatovati da samo uzorak 3 poseduje dobar kvalitet, dok ostala četiri uzorka (uzorci 1, 2, 4 i 5) imaju odličan kvalitet kako u mokrom, tako i u suvom stanju. Poredeći kvalitet uzoraka 1, 2 i 3, koji su istog sirovinskog sastava i postupka dobijanja, na osnovu

kompleksnog koeficijenta kvaliteta, može se zaključiti da uzorci 1 i 2 u komercijalnom (mokrom) stanju imaju približan kvalitet, a da uzorak 1 pokazuje nešto bolji kvalitet kada se nalazi u suvom stanju. Za uzorke 4 i 5, koji su ojačani poliestarskom mrežom, na osnovu kompleksnog koeficijenta kvaliteta se može reći da je

reč o uzorcima sličnog kvaliteta kako u mokrom, tako i u suvom stanju.

4. ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati su pokazali da kod ispitivanih sunderastih krpa, kako u mokrom, tako i u suvom stanju, postoje statistički značajne razlike između prekidnih sila i između prekidnih izduženja određeni u pravcu proizvodnje mašine (uzdužni pravac) i u pravcu normalnom na pravac proizvodnje mašine (poprečni pravac). Izuzetak predstavlja uzorak 1 kod koga nisu registrovane značajne razlike u prekidnoj sili određenoj u uzdužnom i poprečnom pravcu. Statistički značajne razlike u prekidnoj sili i sili probijanja između mokrih i suvih uzoraka su registrovane u slučajevima gde je sušenje dovelo do sniženja vlažnosti uzoraka za više od 85%. Sušenje je uzrokovalo statistički značajno smanjenje prekidnog izduženja svih uzoraka u uzdužnom pravcu, a kod uzoraka 1, 4 i 5 i u poprečnom pravcu, kod kojih su registrovane i statistički značajne promene u hodu kugle pri probijanju.

Rezultati ocene kvaliteta ispitivanih krpa u mokrom i suvom stanju su pokazali da uzorak 3 poseduje dobar, a ostala četiri uzorka odličan kvalitet. U mokrom stanju uzorci 1 i 2 imaju približan kvalitet, dok uzorak 1 pokazuje nešto bolji kvalitet u suvom stanju. Uzorci koji su ojačani poliestarskom mrežom (uzorci 4 i 5) su sličnog kvaliteta, kako u mokrom, tako i u suvom stanju.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je proistekao iz rada na Projektu OI 172029 koga finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

REFERENCE

- [1] Škundrić, P., Kostić, M., Medović, A., Mihailović, T., Asanović, K., Sretković, L.J. (2008). *Tekstilni materijali*, udžbenik, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd.
- [2] Albrecht, W., Fuchs, H., Kittelmann, W. (2003). *Nonwoven Fabrics*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA: Weinheim.
- [3] Lukić, S., Asanović K., Jovanić P. (1999) Modelovanje svojstava netkanih tekstilnih materijala dobijenih procesom termofiksiranja, *Tekstilna industrija*, 47(5-7), 17-20.
- [4] Kopitar, D., Skenderi, Z., Matijasic, G. (2017). Influence of nonwoven fabric pore sizes on water vapor resistance, *Textile Research Journal*, DOI: 10.1177/0040517517700200., 88 (12),1402-1412
- [5] Dubrovski, P.D., Brezocnik, M. (2016). Porosity and Nonwoven Fabric Vertical Wicking Rate, *Fibers and Polymers*, 17(5), 801-808.
- [6] ISO 9073-3: 1989 Textiles-Test Methods for Nonwovens-Part 3: Determination of tensile strength and elongation.
- [7] Mihailović, T., Asanović, K. (2005). Pranje kao faktor kvaliteta tkanine na bazi konoplje, *43 Savetovanje Srpskog hemijskog društva*, Beograd 24-25 januar 2005, 247-250.
- [8] Asanovic, K., Mihailovic, T., Cerovic, D. (2017). Evaluation of the Quality of Clothing Fabrics in Terms of Their Compression Behaviour before and after Abrasion, *Fibers and Polymers*, 18 (7), 1393-1400.
- [9] Nikolić, M., Mihailović, T., Nikolić, S., Simović, Lj. (1995.) Metodologija ocenjivanja tkanina sa aspekta ponašanja pri dejstvu polucikličnog i jednocikličnog naprežanja, *Tekstilna industrija*, 43(7-9),11-20.
- [10] Rakshit, A.K., Desai, A.N., Balasubramanian, N. (1990). Engineering needle-punched nonwovens to achieve desired physical properties, *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 15(2), 41-48.
- [11] Široká, B., Manian, A.P., Noisternig, M.F., Henniges, U., Kostic, M., Potthast, A., Griesser, U.J., Bechtold, T. (2012). Wash-dry cycle induced changes in low-ordered parts of regenerated cellulosic fibers, *Journal of Applied Polymer Science*, 126(S1), E396-E407.

Rad primljen: 16.01.2019.

Rad prihvaćen: 1.03.2019.