

PARAMETRI KOMFORA ODEVNIH TKANINA KEPER PREPLETAJA PRE I POSLE TERMIČKOG FIKSIRANJA MEĐUPOSTAVE

Koviljka Asanović^{1*}, Mirjana Kostić¹, Tatjana Mihailović¹,
Aleksandra Ivanovska¹, Iva Gajić¹, Mirjana Reljić²

¹ Katedra za tekstilno inženjerstvo, Tehnološko-metalurški fakultet,
Univerzitet u Beogradu, Karnegijeva 4, Beograd
² CIS Institut, Vojislava Ilića 88, Beograd
* e-mail: koka@tmf.bg.ac.rs

Naučni rad
UDC: 677.21.017.4
doi:10.5937/tekstind1902011A

Apstrakt: U radu su ispitivani parametri komfora odevnih tkanina pre i posle termičkog fiksiranja međupostave. Kao eksperimentalni materijal korišćene su dve tkanine dobijene od mešavine pamučnih i poliestarskih vlakana izrađene u keper 3/1S prepletaju, kao i pamučna tkana međupostava sa tačkasto nanetim termoplastičnim vezivnim sredstvom. Od parametara komfora određivani su propustljivost vazduha i specifična zapreminska električna otpornost. Dobijeni rezultati su pokazali da je propustljivost vazduha u funkciji poroznosti ispitivanih uzoraka, njihove debljine i termičkog fiksiranja međupostave, dok je specifična zapreminska električna otpornost u funkciji strukturnih karakteristika tkanina, termičkog fiksiranja međupostave i relativne vlažnosti vazduha. Registrovano je da termičko fiksiranje međupostave dovodi do smanjenja propustljivosti vazduha i porasta vrednosti specifične zapreminske električne otpornosti ispitivanih tkanina.

Ključne reči: odevne tkanine, tkana međupostava sa termoplastičnim vezivnim sredstvom, propustljivost vazduha, specifična zapreminska električna otpornost

COMFORT PARAMETERS OF CLOTHING WOVEN FABRICS IN TWILL WEAVE BEFORE AND AFTER THERMAL FIXATION OF INTERLINING

Abstract: In this paper, comfort parameters of clothing woven fabrics, before and after thermal fixation of interlining, were investigated. Two woven fabrics obtained from cotton and polyester fiber blends made in twill 3/1S weave, as well as cotton fusible woven dot fuse coat interlining, were used as experimental material. Air permeability and dc volume electrical resistivity were investigated as comfort parameters. The obtained results showed that the air permeability is in a function of porosity of the tested samples, their thickness and thermal fixation of interlining, while the dc volume electrical resistivity is in a function of the structural characteristics of woven fabrics, thermal fixation of interlining as well as relative air humidity. It is observed that the thermal fixation of interlining leads to a reduction in air permeability and an increase in the value of dc volume electrical resistivity of the tested woven fabrics.

Keywords: clothing woven fabrics, fusible woven interlining, air permeability, dc volume electrical resistivity

1. UVOD

Pri odabiru tkanine za izradu odevnog proizvoda, pored vizuelnog utiska koji ona ostavlja na potrošača, veoma je bitno da tkanina pruža osećaj komfora. Pored opipa, ponašanja prema dejstvu sila trenja, savijanja, istezanja i kompresije, propustljivosti vodene pare itd., veoma je važno poznavati i sposobnost tkanine da propušta vazduh, ali i poznavanje njenih elektrofizičkih svojstava. Naime, pojava statičkog naelektrisanja na tekstilnom materijalu može da izazove niz neželjenih efekata tokom eksploatacije (prijanjanje tekstilnog materijala za ljudsko telo ili druge tekstilne materijale, povećanje pilinga, sklonosti ka prljanju ali i probleme oko uklanjanja nečistoća, kao i pojave umora, glavobolje i drugih fizioloških smetnji kod korisnika) [1-5], što može imati negativan uticaj na komfor odeće.

Sposobnost odevnog tekstilnog materijala (tkanog ili pletenog), da propušta vazduh je veoma bitna sa stanovišta komfora materijala, jer ako je protok vazduha kroz tekstilni materijal otežan, može se kod korisnika odevnog proizvoda javiti osećaj diskomfora [2, 6-8]. Generalno, propustljivost vazduha zavisi od sirovinskog sastava prediva i strukturnih parametara tkanine ili pletenine. U većini slučajeva strukturni parametri su mnogo važniji, a među njima, poroznost igra ključnu ulogu [9]. Poznato je da se tekstilni materijali odlikuju relativno velikom poroznošću i da pore u tekstilnom materijalu mogu biti različitog oblika i veličina, počev od kapilara u vlaknima, preko pora koje se nalaze između vlakana u pređi do otvorenih pora između pređa u tkanim ili pletenim strukturama [8]. Vrlo mala promena u strukturi tkanine, odnosno pletenine, uzrokuje promenu propustljivosti vazduha na datoj lokaciji, što je i registrovano pri završnoj obradi tkanine [10], kao i mokroj i suvoj relaksaciji pletenine [11].

Od elektrofizičkih svojstava, u koja spadaju električna otpornost, relativna dielektrična propustljivost, tangens dielektričnih gubitaka i specifična električna provodljivost, najčešće je određivana električna otpornost tekstilnih materijala, zbog poznate činjenice da su intenzitet i brzina rasipanja generisanog statičkog naelektrisanja sa tekstilnog materijala obrnuto srazmerni njegovoj električnoj otpornosti [1-5, 12-18]. Određivanju električne otpornosti tekstilnih materijala posvećen je veliki broj radova [2-5, 12-17, 19-21]. Analiza rezultata ispitivanja električne otpornosti tkanina je pokazala da razlike u električnim otpornostima između tkanih struktura potiču od strukturnih karakteristika tkanina i pređa od kojih su tkanine izrađene, od obrade tkanine, ali i od relativne vlažnosti sredine u kojoj se nalazi tkana struktura. Niža električna otpornost je registrovana u strukturnom pravcu tkanine sa

većom gustinom, odnosno sa većim brojem paralelnih niti koje su prenosilaci usmerenog naelektrisanja [2, 3, 14-16, 19], kao i u strukturnom pravcu koji ima jednožične pređe u odnosu na strukturni pravac sa dvožičnim pređama, usled boljeg kontakta između vlakana u jednožičnoj nego u dvožičnoj pređi [2, 14]. Registrovano je da tkanine keper prepletaja imaju nižu otpornost od tkanina platno prepletaja [17, 19], ali i da kod tkanina koje su dobijene od mešavine vlakana različite električne otpornosti dominantnu ulogu u provođenju električne struje ima komponenta sa manjom otpornošću [2, 15]. Konstatovano je da obrada celuloznih tkanina dielektričnim barijernim pražnjenjem u vazduhu pri atmosferskom pritisku dovodi do sniženja njihovih električnih otpornosti, pri čemu se dodatno sniženje otpornosti tkanina postiže inkorporiranjem jona metala (srebro, bakar i cink) [12]. Takođe, registrovana je izrazita zavisnost električne otpornosti tkanina, ali i ostalih tekstilnih materijala, od vlažnosti ispitivane sredine i sadržaja vlage u uzorcima, čiji porast dovodi do sniženja električne otpornosti materijala [1-3, 12, 14-18, 20-22].

Na osnovu napred navedenog je evidentno da proučavanju uticaja naknadnih obrada tkanina na njihovu propustljivost vazduha i električnu otpornost nije posvećeno puno pažnje. Takođe, u cilju postizanja određenih performansi i kvaliteta odevnih proizvoda sprovodi se, tokom procesa njihove izrade, fiksiranje međupostave sa komponentama odeće. Fiksiranje međupostave se realizuje primenom toplote i pritiska tokom određenog vremena, pri čemu se kao međupostava koristi tkani, netkani ili pleteni materijal na koji je naneto termoplastično vezivno sredstvo postupkom naslojavanja, raspršivanja (prskanja) ili štampanja [23]. Imajući u vidu navedeno, cilj ovog rada je bio da se ispita uticaj termičkog fiksiranja tkane međupostave na propustljivost vazduha i specifičnu zapreminsku električnu otpornost tkanina namenjenih u odeвне svrhe. Ispitivanja sprovedena u okviru ovog rada predstavljaju nastavak istraživanja čiji su rezultati prikazani u radovima [24, 25], a sve sa ciljem sveobuhvatnijeg sagledavanja uticaja termičkog fiksiranja međupostave na komfor odevnih tkanih struktura.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Materijal

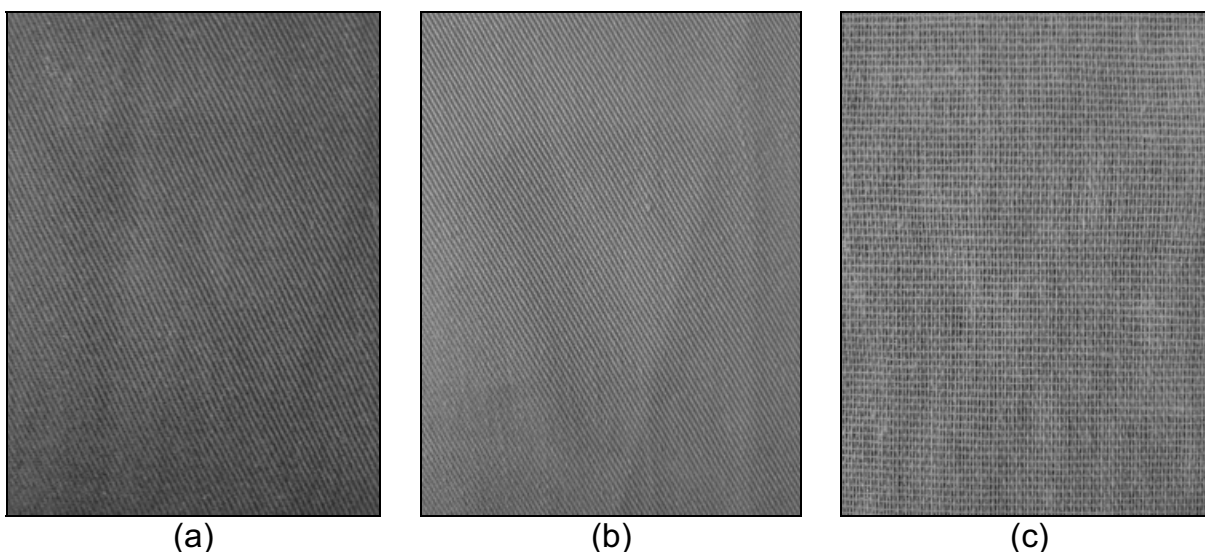
Kao eksperimentalni materijal korišćene su dve komercijalno proizvedene odeвне tkanine sirovinskog sastava pamuk/PES (33/67%), urađene u keper 3/15 prepletaju. Strukturne karakteristike ispitivanih tkanina prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1: Strukturne karakteristike ispitivanih tkanina

Broj uzorka	Finoća pređe, tex		Utkanje pređe, %		Gustina tkanine, dm ⁻¹		Debljina tkanine, mm	Površinska masa tkanine, g·m ⁻²
	osnova	potka	osnova	potka	Osnova	potka		
1.	27	29	2,91	4,38	452	224	0,397	203
2.	28	36	5,21	2,67	505	232	0,415	232

Na ispitivane tkanine termičkim putem je fiksirana pamučna tkana međupostava sa tačkasto nanetim termoplastičnim vezivnim sredstvom. Međupostava, debljine 0,38 mm i površinske mase 95 g·m⁻², urađena je u platno prepletaju sa gustom po osnovi 170 dm⁻¹ i gustom po potki 90 dm⁻¹. Prilikom fiksiranja međupostave, pravac osnove (potke) ispitivane tkanine poklapao se sa pravcem osnove (potke) međupostave. Fotografije ispitivanih tkanina i korišćene međupostave prikazane su na slici 1.

stavljan je kako licem tako i naličjem na otvor usisne glave aparata površine 20 cm². Meranja su realizovana uz konstantni gradijent pritiska od 100 Pa. Propustljivost vazduha je određena na sobnoj temperaturi (21 °C) pri relativnoj vlažnosti vazduha od 65%. Merenja su realizovana na različitim mestima na tkanini, a propustljivost vazduha (R , mm·s⁻¹) je određena u skladu sa jednačinom [2, 29]:

**Slika 1:** Fotografije ispitivanih tkanina i korišćene međupostave: (a) uzorak 1, (b) uzorak 2, (c) međupostava

2.2. Metode

Debljina međupostave i ispitivanih tkanina izmerna je primenom debljinomera (AMES, tip 414-10, USA) pri pritisku od 9,81 kPa [24]. Gustina tkanina određena je u skladu sa standardom SRPS EN 1049-2 [26], a površinska masa u skladu sa standardom ISO 3801 [27]. Ostale strukturne karakteristike tkanina određene su prema uobičajenim procedurama [28].

Određivanje propustljivosti vazduha ispitivanih tkanina i tkane međupostave je realizovano prema standardu SRPS EN ISO 9237 [29] pomoću uređaja "TEXTTEST" (Švajcarska). Uzorak ispitivane tkanine po-

$$R = \frac{q_v}{A} \cdot 167 \quad (1)$$

gde je: q_v aritmetička srednja vrednost protoka vazduha (dm³·min⁻¹), A površina ispitivane epruvete (20 cm²), a 167 faktor konverzije od kubnih decimetara u minuti po kvadratnom centimetru do milimetara u sekundi.

Budući da je propustljivost vazduha tekstilnih materijala, a time i tkanih struktura, primarno određena njihovom poroznošću, za ispitivane tkanine je izračunata poroznost uzorka (P , %), definisana kao

ukupna poroznost u tkanini (računajući pore između pređa i pore između vlakana unutar pređe), prema jednačini [30, 31]:

$$P = \left(1 - \frac{\delta}{\rho_v}\right) \cdot 100 \quad (2)$$

gde je: ρ_v gustina vlakana ($\text{g} \times \text{cm}^{-3}$), a δ zapreminska masa tkanina ($\text{g} \times \text{cm}^{-3}$). Zapreminska masa tkanine je određena odnosom njene površinske mase M_a ($\text{g} \times \text{m}^{-2}$) i debljine T (mm) primenom jednačine [31, 32]:

$$\delta = \frac{M_a}{T} \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

Ispitivane tkanine su dobijene od mešavine pamučnih i poliestarskih vlakana. Zbog toga je u jednačini (2) za proračun poroznosti tkanina umesto gustine vlakana (r_v) korišćena srednja gustina vlakana (ρ_{vs}) određena u skladu sa jednačinom [31, 33]:

$$\rho_{vs} = \frac{P_{Co} \cdot \rho_{Co} + P_{PES} \cdot \rho_{PES}}{P_{Co} + P_{PES}} \quad (4)$$

gde je: P_{Co} i P_{PES} procentni udeo pamučnih i poliestarskih vlakana u mešavini, respektivno (%), ρ_{Co} i ρ_{PES} su gustine pamuka ($1,54 \text{ g} \times \text{cm}^{-3}$) [34] i poliestra ($1,39 \text{ g} \times \text{cm}^{-3}$) [1].

Zapreminska električna otpornost međupostave i ispitivanih odevnih tkanina, pre i posle termičkog fiksiranja tkane međupostave, određena je primenom uređaja koji je razvijen na Katedri za tekstilno inženjerstvo Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Za određivanje električne otpornosti tkani-

na korišćena je stacionarna naponska metoda, čiji je način funkcionisanja opisan u većem broju radova [2, 5, 12, 13, 16]. Zapreminske električne otpornosti tkanina određene su u oba njena strukturna pravca, tj. i u pravcu osnove i u pravcu potke.

Na osnovu određene zapreminske električne otpornosti tkanina (R_x , GW), izračunata je specifična zapreminska električna otpornost uzoraka (u daljem tekstu otpornost) ρ ($\text{G}\Omega\text{cm}$) primenom jednačine [2, 12, 13]:

$$\rho = R_x \frac{A}{l} = R_x \frac{A}{l} \tilde{n} = \frac{R_x \cdot S_F}{l} \quad (5)$$

gde je: R_x zapreminska električna otpornost ($\text{G}\Omega$), S_F površina poprečnog preseka uzorka (cm^2) određena kao proizvod debljine uzorka i njegove širine, a l je dužina uzorka tj. rastojanje između elektroda koje iznosi 1 cm.

Imajući u vidu činjenicu da relativna vlažnost vazduha značajno utiče na električnu otpornost tekstilnih materijala, merenje zapreminske električne otpornosti je realizovano tokom sniženja relativne vlažnosti vazduha (u daljem tekstu vlažnost) u komori od 45% do 25%. Za svaki uzorak izvršena su dva merenja, pri čemu su tokom svakog merenja dva uzorka istovremeno povezana sa elektrodama u cilju povećanja osetljivosti metode. Sva merenja su realizovana na sobnoj temperaturi (22 ± 2 °C).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

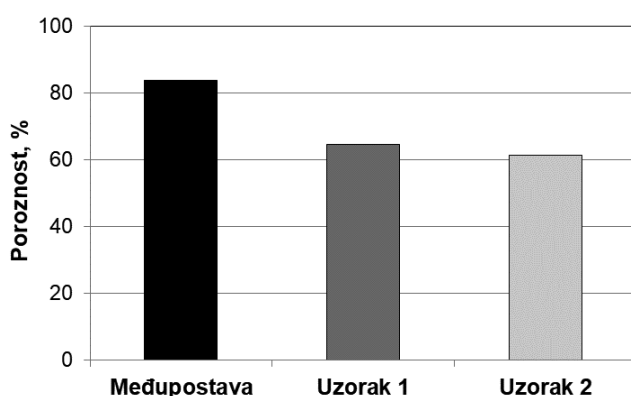
Propustljivost vazduha korišćene tkane međupostave i ispitivanih tkanina pre i posle termičkog fiksiranja međupostave, određena sa lica na naličje i sa naličja na lice tkane strukture, prikazana je u tabeli 2.

Tabela 2: Propustljivost vazduha međupostave i ispitivanih tkanina pre i posle termičkog fiksiranja međupostave

Ispitivani uzorak	Uslovi određivanja propustljivosti vazduha, LN ili NL	Propustljivost vazduha		Broj ispitivanih epruveta	$t_{LN/NL}$
		Srednja vrednost, $\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$	Koeficijent varijacije, %		
M	LN	1827,8	0	5	0
	NL	1827,8	0	5	
1	LN	63,37	2,74	5	1,58
	NL	61,63	2,82	5	
2	LN	57,29	5,15	10	-0,42
	NL	57,78	4,04	10	
1M	LN	59,80	5,64	10	-0,60
	NL	60,76	6,17	10	
2M	LN	52,32	5,90	10	-0,16
	NL	52,55	5,98	10	

Legenda: M-međupostava, 1 i 2-uzorci pre fiksiranja međupostave, 1M i 2M-uzorci posle fiksiranja međupostave, LN-propustljivost vazduha određena sa lica na naličje tkanine, NL-propustljivost vazduha određena sa naličja na lice tkanine, t -Studentov parametar

Rezultati prikazani u tabeli 2 pokazuju da postoji izvesna razlika u propustljivosti vazduha ispitivanih tkanina određena sa lica na naličje i sa naličja na lice materijala, dok kod međupostave nisu registrovane pomenute razlike. Međutim, sprovedena statistička analiza primenom Studentovog t -testa, čiji su rezultati takođe prikazani u tabeli 2, pokazala je da se ispitivane tkanine ne razlikuju statistički značajno u propustljivosti vazduha određenoj sa lica na naličje, odnosno sa naličja na lice materijala i to, kako pre, tako ni posle termičkog fiksiranja međupostave (parametar t niži je od graničnih vrednosti za nivo značajnosti od 0,05). Dobijeni rezultati za propustljivost vazduha ispitivanih uzoraka pre termičkog fiksiranja se mogu dovesti u vezu sa njihovom poroznošću (slika 2).



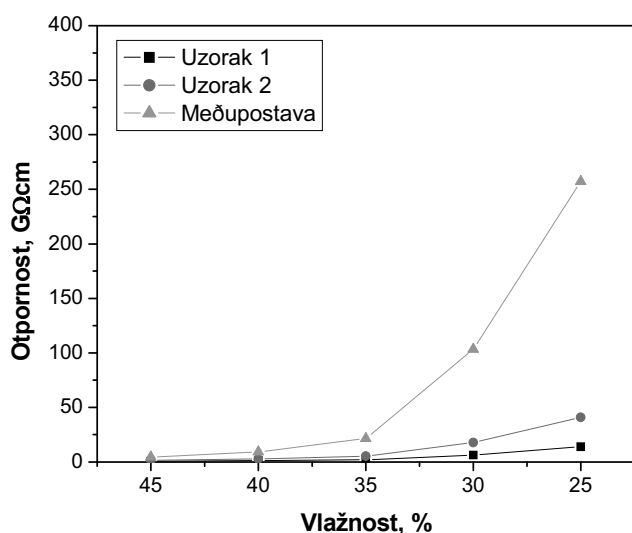
Slika 2: Poroznost međupostave i ispitivanih tkanina pre fiksiranja međupostave

Iz prikazanih histograma se uočava da poroznost uzoraka opada polazeći od međupostave, preko uzorka 1 do uzorka 2, što odgovara redosledu propustljivosti vazduha ispitivanih tkanih struktura (tabela 2). Korišćena međupostava ima kako najveću ukupnu poroznost (slika 2), tako i najveću makroporoznost (slika 1c), odnosno najveći udeo otvorenih pora između pređa koje su nastale preplitanjem osnove i potke. Uzorak 1, zahvaljujući manjoj gustini osnove i potke, kao i zbog upotrebe finije pređe u oba strukturalna pravca tkanine (tabela 1), ima veću makroporoznost u odnosu na uzorak 2. Poznato je da se transport vazduha kroz tekstilne materijale u najvećoj meri realizuje kroz otvorene pore između pređa ili tzv. makropore, i da sa smanjenjem veličine pora raste otpor strujanju vazduha, usled čega opada sposobnost tekstilnog materijala da propušta vazduh [11]. Zbog napred navedenog, odnosno izrazito veće makroporoznosti međupostave u odnosu na makroporoznost ispitivanih tkanina, međupostava ima statistički značajno

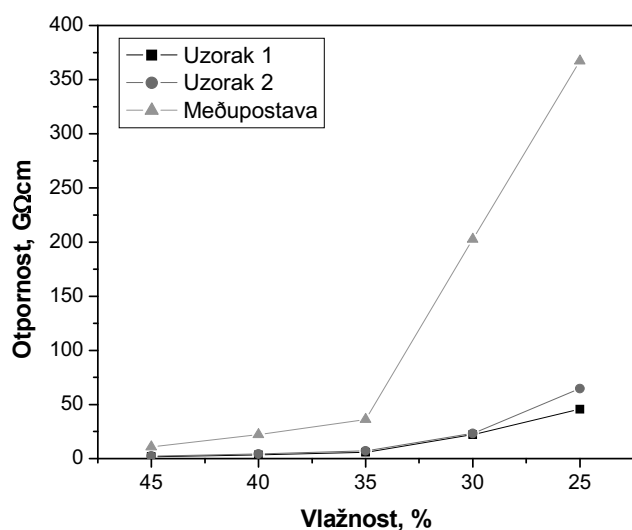
veću propustljivost vazduha (oko 30 puta) u odnosu na obe ispitivane tkanine ($t_{M/1}=2267$ i $t_{M/2}=1317$, sa lica na naličje i $t_{M/1}=2270$ i $t_{M/2}=1667$ sa naličja na lice tkanine). Takođe, veća poroznost (ukupna poroznost ali i makroporoznost) uzorka 1 je razlog zašto je njena propustljivost vazduha statistički značajno veća nego uzorka 2, što je potvrđeno t -testom, i to kako sa lica na naličje ($t_{1/2}=4,21$), tako i sa naličja na lice ($t_{1/2}=3,24$) ispitivanih tkanina.

Termičko fiksiranje tkane međupostave na ispitivane tkanine dovelo je do povećanja debljine uzorka i to kod prvog uzorka na 0,716 mm, a kod drugog uzorka na 0,760 mm, dok su mase iznosile 298 i 327 g·m⁻², za uzorak 1M i 2M, respektivno. Promene mase i debljine uzorka su se odrazile i na njihovu poroznost, a time i na propustljivost vazduha. Kod prvog uzorka je i posle termičkog fiksiranja međupostave (uzorak 1M) registrovana statistički značajno veća propustljivost vazduha u odnosu na drugi uzorak (uzorak 2M), što je takođe potvrđeno t -testom ($t_{1M/2M}=5,17$ sa lica na naličje i $t_{1M/2M}=5,30$ sa naličja na lice materijala). Propustljivost vazduha oba ispitivana uzorka se smanjila posle termičkog fiksiranja međupostave (tabela 2), što se može dovesti u vezu sa povećanjem debljine materijala, a što je u skladu sa rezultatima Zhu i saradnika [30]. Osim toga, tokom procesa termičkog fiksiranja tkane međupostave na ispitivane tkanine došlo je do topljenja termoplastičnog vezivnog sredstva nanetog na međupostavu koje je prodrlo u strukturu tkanina (u makropore, kao i u pore između vlakana u pređi) što je svakako dovelo do smanjenja poroznosti novonastalih uzoraka 1M i 2M, u odnosu na polazne uzorke 1 i 2. Smanjenje poroznosti, kao i povećanje debljine termički fiksiranog materijala u odnosu na polazne uzorke, imalo je za posledicu smanjenje propustljivosti vazduha u proseku za 3,50% kod uzorka 1 i 8,86% kod uzorka 2. Međutim, statistička analiza je pokazala da fiksiranje međupostave na uzorak 1 nije dovelo do statistički značajnog smanjenja propustljivosti vazduha u odnosu na polazni uzorak ($t_{bezM/saM}=2,19$ sa lica na naličje i $t_{bezM/saM}=0,49$ sa naličja na lice), dok su razlike u propustljivosti vazduha bez i sa fiksiranom međupostavom kod uzorka 2 bile statistički značajne ($t_{bezM/saM}=3,68$ sa lica na naličje i $t_{bezM/saM}=4,23$ sa naličja na lice materijala).

Rezultati određivanja otpornosti međupostave i ispitivanih tkanina, u uslovima desorpcije vlage sa uzorka, u intervalu vlažnosti vazduha od 45-25%, prikazani su na slici 3.



(a)



(b)

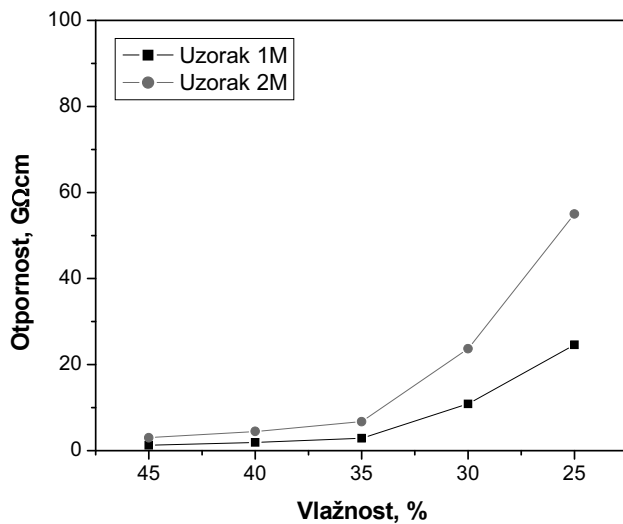
Slika 3: Otpornost međupostave i ispitivanih tkanina pre fiksiranja međupostave u pravcu: (a) osnove, (b) potke

Smanjenje vlažnosti vazduha, kao što je i očekivano, dovodi do porasta otpornosti ispitivanih uzoraka, što je posebno izraženo pri vlažnosti vazduha nižoj od 35%. Najveću otpornost, kako u pravcu osnove, tako i u pravcu potke, pokazuje međupostava, a najnižu uzorak 1. Pri 25% vlažnosti otpornost međupostave je u odnosu na uzorak 1 veća 18,4 puta u pravcu osnove, odnosno 8 puta u pravcu potke. Ovakav poredak u pogledu otpornosti uzoraka je neočekivan, budući da je korišćena pamučna međupostava, dok su ispitivane tkanine dobijene od mešavine pamučnih i poliestarskih vlakana (tabela 1). Naime, zahvaljujući prisustvu

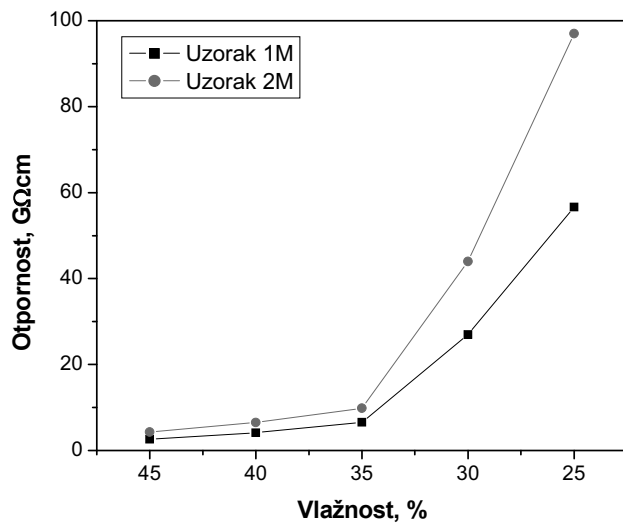
velikog broja hidroksilnih grupa, pamučna vlakna su hidrofilna, sklona su kako da sorbuju, tako i da zadrže vlagu usled interakcije hidroksilnih grupa i molekula vode iz vazduha, zbog čega se pamučno vlakno odlikuje niskom otpornošću. Sa druge strane, poliestarska vlakna su hidrofobna i nisu sklona da sorbuju vlagu koja se nalazi u njenom okruženju, usled čega se ova vlakna karakterišu visokim vrednostima otpornosti [1, 35]. Zahvaljujući boljoj sorpciji vlage, pamučna vlakna imaju nižu otpornost u odnosu na poliestarska vlakna [3, 16]. Međutim, kada je reč o korišćenoj međupostavi treba imati u vidu da je na njenu površinu, tačkastim nanošenjem, dodato termoplastično vezivno sredstvo, koje je obično na bazi poliolefina, zbog njihove niske tačke topljenja [34]. Iz literature je poznato da se poliolefini odlikuju izrazito visokim vrednostima električne otpornosti [35] što je dovelo do porasta otpornosti korišćene pamučne međupostave. Osim toga, naneto termoplastično vezivno sredstvo remeti pravolinijski tok naelektrisanja kroz pamučni uzorak što, sveobuhvatno doprinosi većim vrednostima otpornosti korišćene međupostave. Pored navedenog, dodatan razlog visokih vrednosti otpornosti međupostave je posledica i njene male gustine (malog broja pređa u oba strukturna pravca), koja je u proseku 2,5 puta niža od gustine ispitivanih tkanina. Naime, u ranijim istraživanjima je pokazano da je otpornost uzoraka niža u strukturnom pravcu tkanine sa većom gustinom tj. sa većim brojem paralelnih niti-prenosilaca usmerenog naelektrisanja [2, 3, 14-16, 19]. Navedeni uticaj gustine je ujedno i razlog zbog koga ispitivani uzorci imaju niže otpornosti u pravcu osnove, nego u pravcu potke.

Obe ispitivane tkanine (uzorak 1 i uzorak 2) su istog sirovinskog sastava, ali se razlikuju u pogledu strukturnih parametara (tabela 1). Na osnovu strukturnih pokazatelja očekivalo se da uzorak 2 ima nižu otpornost od uzorka 1. Međutim, ne treba zaboraviti činjenicu da su za ispitivanje korišćene komercijalne tkanine, da se one osim u strukturnim karakteristikama razlikuju i u boji (slika 1), a verovatno i u procesu obrade (oplemenjivanja), što bi moglo da utiče na vrednosti njihovih otpornosti. Stoga su neophodna dodatna ispitivanja koja bi dala odgovor na pitanje zašto uzorak 2 ima veću vrednost otpornosti u odnosu na uzorak 1.

Kao što je već rečeno, na ispitivane odevne tkanine (uzorci 1 i 2) termičkim putem je fiksirana tkana međupostava (M), a otpornosti novonastalih uzoraka (uzorci 1M i 2M) prikazane su na slici 4.



(a)



(b)

Slika 4: Otpornost ispitivanih tkanina posle fiksiranja međupostave u pravcu: (a) osnove, (b) potke

Rezultati prikazani na slici 4, pokazuju da su uzorci posle termičkog fiksiranja zadržali poredak koji su imali pre fiksiranja, odnosno uzorak 1M ima nižu vrednost otpornosti od uzorka 2M i u pravcu osnove i u pravcu potke. Vrednosti otpornosti uzorka posle termičkog fiksiranja veće su u odnosu na uzorke pre termičkog fiksiranja (slike 3 i 4). Pri najnižoj vrednosti vlažnosti u komori od 25%, pri kojoj su razlike u otpornostima najizraženije, registrovan je porast otpornosti uzorka posle fiksiranja (uzorak 1M) u odnosu na uzorak pre fiksiranja (uzorak 1) za 43,1% u pravcu osnove i 19,2% u pravcu potke, dok je kod uzorka 2M registrovan porast otpornosti za 25,4% u pravcu osnove i 33,3% u pravcu potke u odnosu na polazni uzorak 2. Porast otpornosti ispitivanih uzoraka 1M i 2M, u odnosu na uzorke 1 i 2, je posledica termičkog

fiksiranja međupostave koja je imala značajno veće vrednosti otpornosti u odnosu na ispitivane tkanine u oba strukturalna pravca (osnove i potke). I u slučaju termičkog fiksiranja međupostave potvrđena je konstatacija izneta u ranijim radovima [2, 14, 15] da otpornost ispitivanog materijala izrazito zavisi od sirovinskog sastava pređa orijentisanih u pravcu električnog polja, pri čemu komponenta sa manjom otpornošću ima dominantnu ulogu u provođenju električne struje. U konkretnom slučaju, ispitivane tkanine, koje su okarakterisane nižim vrednostima otpornosti u odnosu na međupostavu, imale su odlučujući uticaj u provođenju struje kod termički fiksiranih uzoraka.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata i sprovedene statističke analize za ispitivane odevne tkanine keper prepletaja mogu se izvesti sledeći zaključci:

1. Međupostava i ispitivane tkanine (pre i posle termičkog fiksiranja međupostave) nisu pokazale statistički značajne razlike u propustljivosti vazduha određene sa lica na naličje i sa naličja na lice materijala.
2. Međupostava pokazuje statistički značajno veću propustljivost vazduha u odnosu na obe ispitivane tkanine zbog svoje velike poroznosti (pre svega velike makroporoznosti), dok je između ispitivanih tkanina, statistički značajno veću propustljivost vazduha (sa lica na naličje i sa naličja na lice materijala) pokazala tkanina manje debljine i veće poroznosti (uzorak 1).
3. Termičko fiksiranje međupostave je dovelo do smanjenja propustljivosti vazduha ispitivanih tkanina u odnosu na polazne uzorke, ali je statistički značajno smanjenje propustljivosti vazduha, sa lica na naličje i sa naličja na lice materijala, registrovano samo kod tkanine veće debljine i manje poroznosti (uzorak 2).
4. Najveću specifičnu zapreminsku električnu otpornost u pravcu osnove i u pravcu potke pokazala je međupostava, zbog prisustva termoplastičnog vezivnog sredstva i male gustine u odnosu na gustine ispitivanih tkanina, a najmanju uzorak 1, verovatno zbog primenjenog postupka oplemenjivanja, što bi trebalo potvrditi dodatnim ispitivanjima.
5. Termičko fiksiranje međupostave na ispitivane tkanine dovelo je do porasta specifične zapreminske električne otpornosti uzorka u odnosu na uzorke pre fiksiranja, usled velike otpornosti korišćene međupostave.

6. Specifična zapreminska električna otpornost ispitivanih uzoraka (pre i posle fiksiranja međupostave) raste sa smanjenjem relativne vlažnosti vazduha, što posebno dolazi do izražaja pri vlažnostima vazduha nižim od 35%.

Rezultati ispitivanja prikazani u ovom radu pokazuju da termičko fiksiranje tkane međupostave na odevne tkanine keper prepletaja menja njihovu propustljivost vazduha i električnu otpornost, a time i njihova svojstva komfora. Stoga bi proširenje eksperimenta na tkanine različitog prepletaja i sirovinskog sastava uz upotrebu kako tkanih, tako i netkanih i pletenih međupostava različitog sirovinskog sastava i postupaka nanošenja vezivnog sredstva, uz analizu i drugih parametara komfora, moglo da doprinese kompleksnoj oceni komfora tkanih struktura namenjenih za izradu odevnih proizvoda.

ZAHVALNICA

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

REFERENCE

- [1] Morton WE., Hearle JWS. (2008). *Physical Properties of Textile Fibers*, Wood head Publishing Limited, Cambridge.
- [2] Asanovic K., Cerovic D., Mihailovic T., Kostic M., Reljic M. (2015). Quality of clothing fabrics in terms of their comfort properties, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 40 (4), 363-372.
- [3] Asanovic K., Mihajlidi T., Milosavljevic S., Cerovic D., Dojcilovic J. (2007). Investigation of the electrical behavior of some textile materials, *Journal of Electrostatics*, 65 (3), 162-167.
- [4] Kramar A., Milanovic J., Korica M., Nikolic T., Asanovic K., Kostic M. (2014). Influence of structural changes induced by oxidation and addition of silver ions on electrical properties of cotton yarn, *Cellulose Chemistry and Technology*, 48 (3-4), 189-197.
- [5] Kostic M., Pejic B., Asanovic K., Aleksic V., Skundric P. (2010). Effect of hemicelluloses and lignin on the sorption and electric properties of hemp fibers, *Industrial Crops and Products*, 32 (2), 169-174.
- [6] Bivainytė A., Mikučionienė D. (2011). Investigation on the Air and Water Vapour Permeability of Double-Layered Weft Knitted Fabrics, *Fibres & textiles in Eastern Europe*, 19 (3), 69-73.
- [7] Stankovic S., Asanovic K., Pejic B., Milosavljevic S., Skundric P. (2005). Comfort properties of hemp textiles for hospital uses, *5 th International Scientific Conference-MEDTEX 2005*, Lodz 28-29 November 2005, pp.28-31.
- [8] Stanković S. (2012). *Komfor odeće*, Monografija, Zadužbina Andrejević, Beograd.
- [9] Zupin Ž., Hladnik A., Dimitrovski K. (2011). Prediction of one-layer woven fabrics air permeability using porosity parameters, *Textile Research Journal*, 82 (2), 117-128.
- [10] Havlová M. (2013). Effects of finishing on the air permeability of woven fabrics, *World Journal of Engineering*, 10 (6), 507-514.
- [11] Kocić A., Popović D., Stanković S., Poparić G. (2016). Uticaj operacije končanja pređe na UV zaštitni faktor pletenina od konoplje, *Hemijaska industrija*, 70 (3), 319-327.
- [12] Kramar A., Asanović K., Obradović B., Kuraica M., Kostić M. (2018). Electrical Resistivity of Plasma Treated Viscose and Cotton Fabrics with Incorporated Metal Ions, *Fibers and Polymers*, 19 (3), 571-579.
- [13] Asanović K., Mihailović T., Škundrić P., Simović Lj. (2010). Some Properties of Antimicrobial Coated Knitted Textile Material Evaluation, *Textile Research Journal*, 80 (16), 1665-1674.
- [14] Cerovic D., Asanovic K., Maletic S., Dojcilovic J. (2013). Comparative study of the electrical and structural properties of woven fabrics, *Composites: Part B - Engineering*, 49, 65-70.
- [15] Mihajlidi T., Asanović K., Simić D., Simić M., Ostojić S. (2000). Određivanje električne otpornosti tekstilnih površina, *Tekstilna industrija*, 48 (11-12), 5-8.
- [16] Mihajlidi T., Asanović K., Simić M., Simić D., Nikolić D. (2002). Određivanje električne otpornosti tekstilnih materijala naponskom metodom, *Tekstilna industrija*, 50 (8-10), 27-32.
- [17] Asanović K., Mihailović T., Cerovic D., Mihajlidi T., Dojcilović J. (2007). Uticaj strukture na elektrofizička svojstva odevnih tkanina, *Kongres metrologa 2007*, Zlatibor 26-28 Septembar 2007, pp.169-177.
- [18] Asanović K., Kostić M., Cerović D., Mihailović T., Kramar A., Pejić B. (2018). Sklonosti tekstilnih ma-

- terijala ka statičkom naelektrisanju: metode za karakterizaciju i kontrolu, *Šesti naučno stručni skup sa međunarodnim učešćem: Tendencije razvoja u tekstilnoj industriji - Dizajn, Tehnologija, Menadžment*, Beograd 27 Juni 2018, pp. 5-12.
- [19] Neelakandan R., Madhusoothanan M. (2010). Electrical Resistivity Studies on Polyaniline Coated Polyester Fabrics, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 5 (3), 25-29.
- [20] Pawlak R., Korzeniewska E., Frydrysiak M., Zięba J., Tęsiorowski Ł., Gniotek K., Stempień Z., Tokarska M. (2012). Using Vacuum Deposition Technology for the Manufacturing of Electro-Conductive Layers on the Surface of Textiles, *Fibres & textiles in Eastern Europe*, 20 (2), 68-72.
- [21] Asanović K., Mihajlidi T., Simić M., Simić D. (2003). Uticaj vlažnosti sredine na električnu otpornost tekstilnih materijala, *Tekstilna industrija*, 51 (8-10), 17-21.
- [22] Sengupta S., Sengupta A. (2012). Electrical resistance of jute fabrics, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 37 (1), 55-59.
- [23] Zhang Q., Kan C.W. (2018). A Review of Fusible Interlinings Usage in Garment Manufacture, *Polymers*, 10 (11), 1230; doi:10.3390/polym10111230.
- [24] Asanović K., Mihailović T., Kostić M. (2017). Kompresija odevnih tkanina pre i posle termičkog fiksiranja međupostave, *Tekstilna industrija*, 64 (4), 11-17.
- [25] Asanović K., Mihailović T., Cerović D., Kostić M. (2016). Evaluacija sposobnosti savijanja odevnih tkanina pre i posle fiksiranja međupostave, *Peti naučno stručni skup sa međunarodnim učešćem: Tendencije razvoja i inovativni pristup u tekstilnoj industriji - Dizajn, Tehnologija, Menadžment*, Beograd 10 Juni 2016, pp. 140-144.
- [26] SRPS EN 1049-2:2016 - Tekstil - Tkanine - Konstrukcija - Metode analize - Deo 2: Određivanje broja niti po jedinici dužine.
- [27] ISO 3801:1977-Textiles - Woven fabrics - Determination of mass per unit length and mass per unit area.
- [28] Koblyakov A. (1989). *Laboratory Practice in the Study of Textile Materials*, Mir Publisher, Moscow.
- [29] SRPS EN ISO 9237:2010- Tekstil - Određivanje propustljivosti vazduha kroz tekstilnu površinu.
- [30] Zhu G., Kremenakova D., Wang Y., Militky J. (2015). Air permeability of polyester nonwoven fabrics, *Autex Research Journal*, 15 (1), 8-12.
- [31] Asanovic K.A., Cerovic D. D., Kostic M. M., Maletic S. B., Kramar A. D. (2018). Multipurpose nonwoven viscose/polypropylene fabrics: Effect of fabric characteristics on sorption and dielectric properties, *Journal of Polymer Science, Part B: Polymer Physics*, 56, 947-957.
- [32] Debnath S., Madhusoothanan M. (2010). Thermal insulation, compression and air permeability of polyester needle-punched nonwoven, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 35 (1), 38-44.
- [33] Veerakumar A., Selvakumar N. (2012). A preliminary investigation on kapok/polypropylene nonwoven composite for sound absorption, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 37 (4), 385-388.
- [34] Škundrić P., Kostić M., Medović A., Mihailović T., Asanović K., Sretković LJ. (2008). *Tekstilni materijali*, Udžbenik, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd.
- [35](<https://omnexus.specialchem.com/polymer-properties/properties/volume-resistivity>, dostupno 25.01.2018).

Rad primljen: 13.05.2019.

Rad prihvaćen: 10.06.2019.