

**ANALIZA DEFORMACIONIH KARAKTERISTIKA TKANIH  
TEKSTILNIH MATERIJALA****J. Stepanović<sup>1</sup>, K. Zafirova<sup>2</sup>, Z. Milutinović<sup>3</sup>, V. Petrović<sup>4</sup>**<sup>1</sup> Tehnološki fakultet, Leskovac, Srbija<sup>2</sup> Tehnološko-metalurški fakultet, Skoplje, Makedonija<sup>3</sup> Ministarstvo odbrane R Srbije<sup>4</sup> Tehnički fakultet, Zrenjanin, Srbija

Deformacione karakteristike tkanih tekstilnih materijala mogu poslužiti za simuliranje njihovog ponašanja tokom eksploatacije. Zato su u radu prikazani rezultati analize zavisnosti sila - relativno izduženje tkanina različitih strukturnih i konstruktivnih rešenja. Na osnovu krive F-ε definisane su granice elastičnosti i prekida tkanina. Takođe, su određene vrednosti sila i relativnih izduženja tkanina pri datim granicama. Analiziran je uticaj strukturnih i konstruktivnih rešenja tkanina na njihove deformacione karakteristike. Pored toga analizirana je međusobna povezanost deformacionih karakteristika tkanina. Uzorci tkanina ispitivani su na dinamometru "Zwick" a rezultati su obrađivani primenom softvera "TestXpert". Dobijeni rezultati mogu poslužiti za projektovanje vrednosti sila kojima se tkanine mogu podvrgnuti u toku eksploatacije a da se pri tome značajnije ne naruši njihov kvalitet.

Ključne reči: tkanina, deformacija, granica elastičnosti, prekidna sila

**Uvod**

Granica elastičnosti i granica puzanja tkanina su karakteristike kojima se mogu simulariti njihova ponašanja tokom eksploatacije. Takođe, poznavanjem ovih podataka mogu se projektovati vrednosti sila kojima se tkanine mogu podvrgnuti u toku eksploatacije a da se pri tome značajnije ne naruši njihov kvalitet.

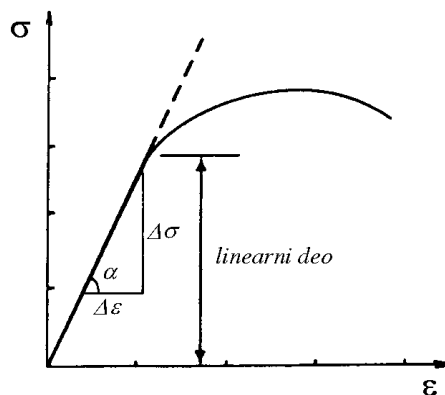
Modul elastičnosti nekog materijala određuje se na osnovu zavisnosti  $\sigma$ - $\varepsilon$  a definiše se kao nagib prave linije (sl.1) [1], za koji važi sledeća zavisnost:

$$E = \operatorname{tg}\alpha = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

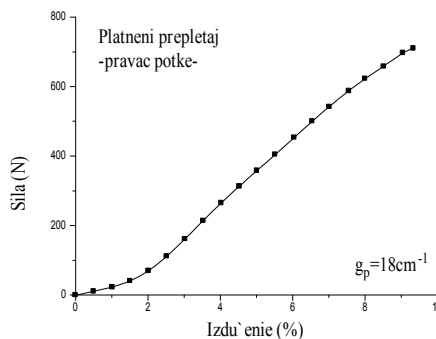
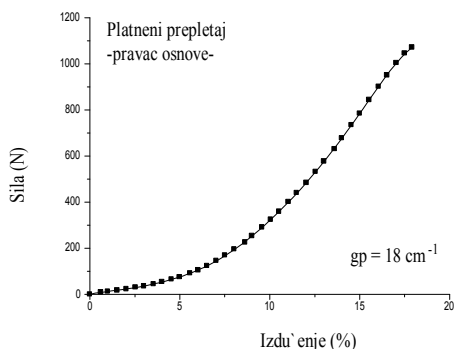
Ponašanje tekstilnih materijala kod nižih opterećenja uglavnom je linearno elastično, što znači linearni odnos između opterećenja i deformacije. U tom području nastaje maksimalni modul elastičnosti i materijal pokazuje elastična svojstva čvrstih tela. Nakon rasterećenja materijal se vraća u početni položaj, tako da je vrednost deformacije na kraju rasterećenja jednaka nuli (elastični oporavak). Nakon područja

elastičnosti sledi područje plastičnosti. Deformacija materijala u tom području je plastičnoelastična ili viskoelastična. Granica između elastične i plastične deformacije je tačka puzanja [2 ÷ 5]. Daljim povećanjem opterećenja iznad granice elastičnosti ili tačke puzanja, zavisnost između opterećenja i deformacije nije više linearna, već dolazi do pojave plastične ili trajne deformacija. Tačka puzanja tako predstavlja granicu dozvoljenih opterećenja kojima materijal može biti izložen kod upotrebe i tokom proizvodnog procesa.

Međutim, realne krive (sl.2) se razlikuju od teorijskih [6 ÷ 8]. Poznato je da tkanine poseduju sve tri reološke osobine (elastičnost, viskoelastičnost i plastičnost), te da se kod njihovog opterećenja pojavljuju sve tri deformacije, ali se razvijaju različitim brzinama. To znači da se kod tekstilnih materijala ne može govoriti o čistoj Huk-ovoj elastičnosti, s obzirom da se tu radi o područjima u kojima dominiraju odgovarajuće deformacije. Pri tome se istežanje tkanina može posmatrati kao proces u kome se remeti unutrašnja ravnoteža elemenata tkanina, kada dolazi do prelaza sistema u novo ravnotežno stanje. Tada u pravcu dejstva sila istežanja u početku nastaje ispravljanje sistema žica, što uzrokuje promenu položaja dodirnih tačaka između osnovinih i potkinih žica a samim tim i promenu strukture tkanine. Zatim, u pravcu dejstva sile nastupa istežanje datog sistema žica.



Sl.1 Teorijska kriva  $\sigma$ - $\epsilon$   
 $\sigma$ - naprežanje,  $\epsilon$  - izduženje



Sl.2 Eksperimentalne krive F- $\epsilon$  za tkaninu 1

Relaksacija tkanine ili stepen elastičnog oporavka zavisi od intenziteta i vremena trajanja opterećenja. Kod opterećenja tkanine ispod tačke puzanja veći deo deformacije je (povratan) reverzibilan, dok opterećenje tkanine iznad tačke puzanja prouzrokuje veći deo ireverzibilne (nepovratne) deformacije.

### **Eksperimentalni deo**

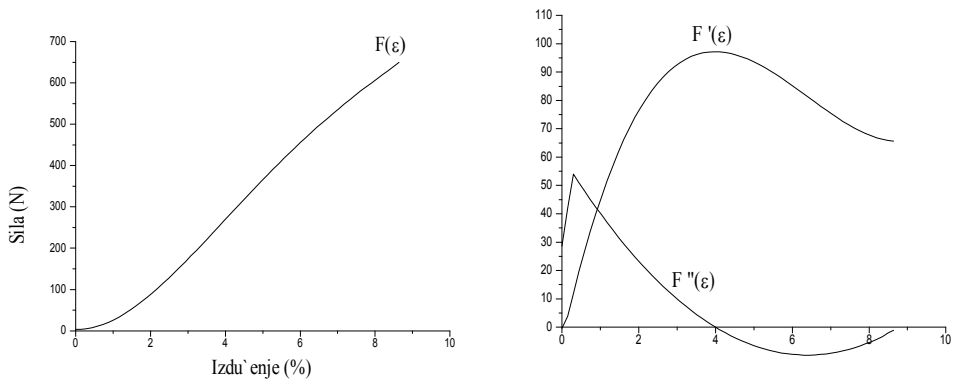
U cilju potrebnih ispitivanja analizirane su deformacione karakteristike osam tkanina (tabela 1) koje se međusobno razlikuju po gustinama potkinih žica i primenjenim prepletajima.

Tabela 1. Tehničke karakteristike sirovih tkanina

Tkanine	Sirovinski sastav (%)	Podužna masa pređe (tex)		Gustina žica (cm <sup>-1</sup> )		Prepletaj
		za osnovu	za potku	po osnovi	po potci	
1	PES/Co; 33/67	16,7x2	20x2	27	18,0	platneni
2					20,0	
3					22,0	
4					24,0	
5	PES/Co; 33/67	16,7x2	20x2	27	18,0	k <sub>1</sub> <sup>3</sup> Z
6					20,0	
7					22,0	
8					24,0	

Za ispitivanje prekidnih sila i prekidnih izduženja pripremljeno je po pet uzoraka za svaku analiziranu tkaninu (ISO 13934-1:1999). Na dinamometru ZWIK je, pored prekidnih karakteristika ( $F_p$  i  $\varepsilon_p$ ), grafički evidentirana zavisnost sila-relativno izduženje ( $F$ - $\varepsilon$ ).

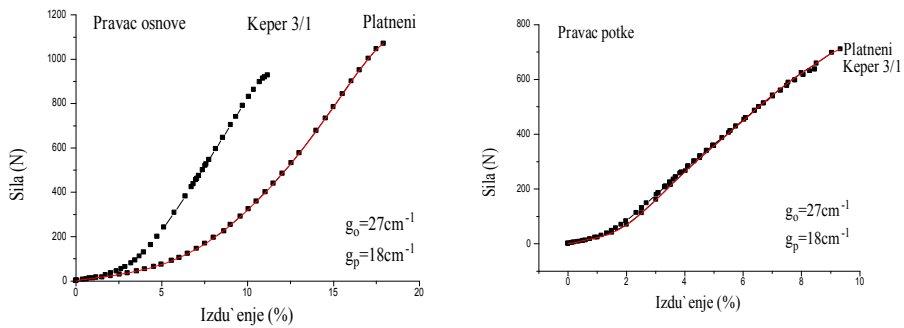
Na osnovu krive  $F$ - $\varepsilon$  (primenom odgovarajućeg softvera) određene su vrednosti sila i relativnih izduženja na granici elastičnosti tkanina [ $F_{elas}$  i  $\varepsilon_{elas}$ ] (maksimum krive  $F'(\varepsilon)$  tj.:  $F''(\varepsilon)=0$  (sl.3) [2, 6 i 8].



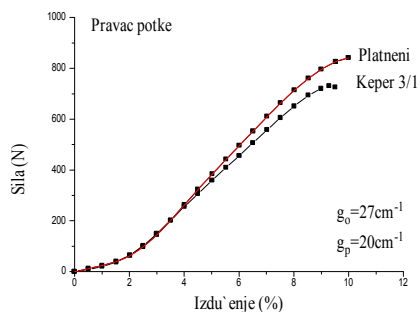
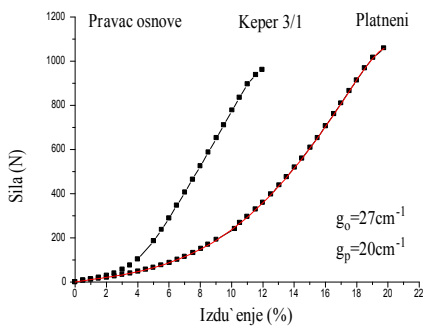
Sl. 3 Krive  $F(\epsilon)$ ,  $F'(\epsilon)$  i  $F''(\epsilon)$

### Rezultati i diskusija

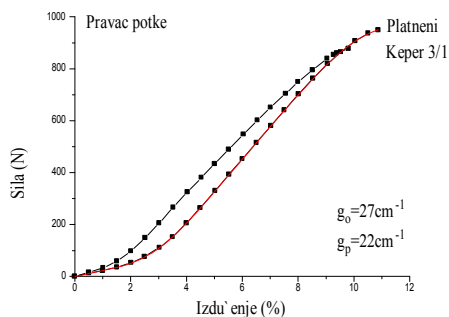
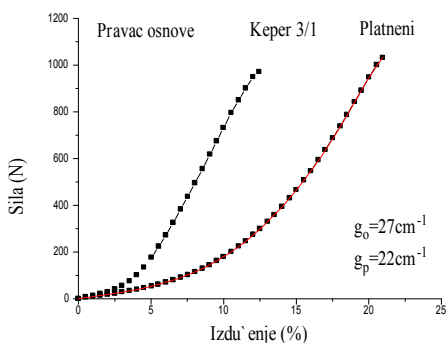
Na slikama 4 do 7 prikazani su grafici  $F(\epsilon)$  za tkanine koje su formirane na istoj osnovi, a međusobno se razlikuju samo po primenjenim prepletajima.



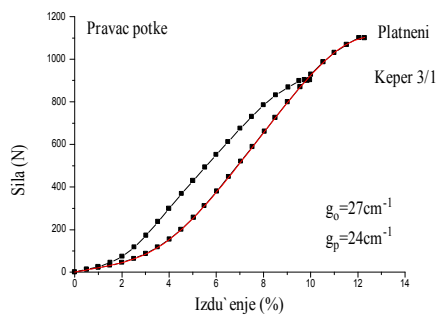
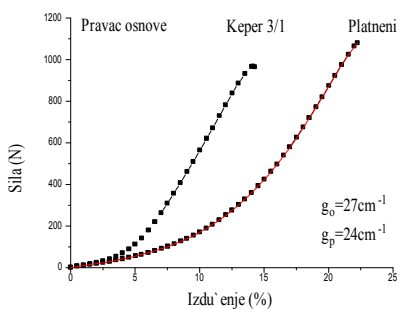
Sl. 4 Grafici  $F(\epsilon)$  za tkanine 1 i 5



Sl. 5 Grafici  $F(\epsilon)$  za tkanine 2 i 6



Sl. 6 Grafici  $F(\epsilon)$  za tkanine 3 i 7



Sl. 7 Grafici  $F(\epsilon)$  za tkanine 4 i 8

Rezultati su pokazali da primenjeni prepletaj ima uticaj na tok kidanja tkanina. Pri tome se posebno zapaža uticaj primenjenog prepletaja na tok kidanja tkanine u pravcu osnovinih žica. Zato su izvršena ispitivanja utkanja žica svih analiziranih tkanina, budući da utkanje može imati uticaj na početni deo krive  $F(\epsilon)$ .

Ustanovljeno je da se utkanja osnovnih žica za tkanine sa primenjenim platnenim prepletajem kreću u intervalu 14,74% do 16,47% , dok je za potkine žice ta vrednost od 4,37% do 7,04%. Takođe, utkanje osnove četvorožičnog Z kepera osnovinog efekta je 9,33% do 9,93%, a utkanje potke 5,15% do 7,01%. Ako se posmatraju grafici  $F(\epsilon)$  i vrednosti utkanja žica može se ustanoviti da utkanja žica imaju uticaj na izgled grafika kidanja tkanina u oba posmatrana pravca.

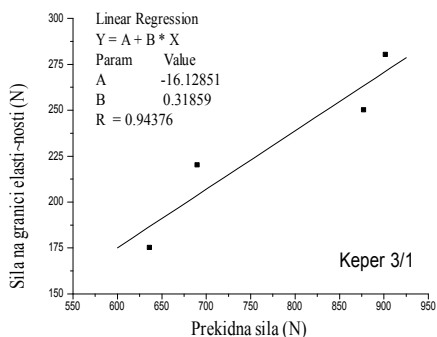
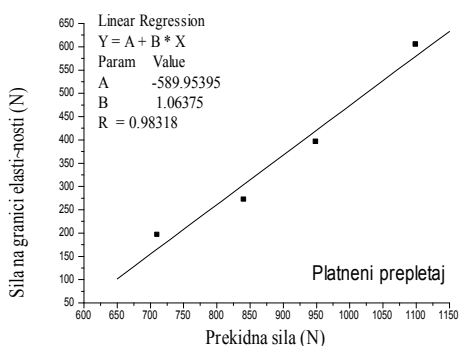
U tabeli 2 prikazani su rezultati ispitivanja tkanina 1 do 8. Pri tome su u tabeli date vrednosti prekidnih karakteristika tkanina i vrednosti sila i izduženja na granici elastičnosti ovih tkanina.

Dobijeni rezultati pokazuju da povećanjem gustine potkinih žica raste prekidna sila tkanina u pravcu potke, zahvaljujući većem broju vezivnih tačaka između osnovinih i potkinih žica na određenoj jedinici površine tkanine. Takođe, trend rasta ima i sila na granici elastičnosti tkanine u pravcu potke.

Tabela 2 Rezultati ispitivanja tkanina

Tkanina:		1	2	3	4	5	6	7	8
$F_{elas}$ (N)	osn.	822.61	839.42	849.50	849.51	701.31	736.22	694.71	763.02
	pot.	196.32	271.91	396.01	604.92	174.93	220.02	250.03	280.09
$\epsilon_{elas}$ (%)	osn.	15.35	17.30	19.10	19.81	9.01	9.72	9.71	11.86
	pot.	3.36	4.09	5.56	7.65	3.01	3.68	3.40	3.87
$F_p$ (N)	osn.	1071.16	1058.15	1031.43	1078.94	926.75	960.48	971.06	964.87
	pot.	710.33	840.63	949.12	1099.43	636.53	690.20	877.45	901.95
$\epsilon_p$ (%)	osn.	17.92	19.75	20.96	22.25	11.18	11.96	12.45	14.28
	pot.	9.33	9.99	10.87	12.29	8.64	9.76	9.81	9.98

Slika 8 pokazuje povezanost intenziteta sila na granici elastičnosti sa prekidnim silama analiziranih tkanina u pravcu potke. Grafici su formirani korišćenjem rezultata iz table 2.



Sl. 8 Povezanost sile na granici elastičnosti i prekidne sile tkanina

Dobijeni rezultati ukazuju da postoji zavisnost između prekidne sile i vrednosti sila na granici elasticnosti za ove tkanine. Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati da treba nastaviti istraživanja u ovom pravcu, sa ciljem da se razrade praktično primenljivi modeli za projektovanje ostalih deformacionih karakteristika tkanih tekstilnih materija.

## **Zaključak**

Deformacione karakteristike tkanina zavise od njihovih strukturnih i konstruktivnih rešenja, kao i od tehnoloških uslova izrade tkanina u procesu tkanja. Pri tome, najznačajniju ulogu imaju sirovinski sastav, strukturne i fizičko-mehaničke karakteristike primanjenih pređa, gustina osnovinih i potkinih žica, utkanje žica, kao i primenjeni prepletaj tkanine.

Poznavanjem povezanosti prekidnih sila tkanina i sila na granici elastičnosti pruža se mogućnost simuliranja ponašanja tkanina tokom eksploatacije. Pored toga, obezbeđuju se uslovi za pravilno projektovanje tkanina u zavisnosti od njihove buduće namene. Time se pojednostavljuje i usavršava tehnička priprema tkačke proizvodnje i ostvaraju se uslovi za isključivanje probnih serija tkanina, što doprinosi uštedi energije i sirovine.

## **Literatura**

- [1] S. Adanur, *Melliand Textilberichte*, No. 6, 1995, pp. 396-399.
- [2] *Bukošek V., Tekstilec, 1983., No. 12., pp. 24-29.*
- [3] *Geršak J., Int. J. Cloth. Sci. Technol., 1998., No.3-4. pp. 244-251.*
- [4] Geršak J., *Int. J. Cloth. Sci. Technol.*, 2004., No.1-2. pp. 238-251.
- [5] Milan Muršič, *Uvod v reologijo*, Univerza v Ljubljani, Ljubljana 1973.
- [6] J. Stepanovic, M. Stamenkovic, B. Antic, D. Radivojevic, *Indian Textile Journal*, No. 11, 1999., pp. 46-49.
- [7] J. Stepanović, M. Stamenković, *Glasnik, Banja Luka.*, No. 45, 2003., pp. 73-77
- [8] J. Stepanovic, D. Radivojevic, *Fibres and textiles*, No.3, 2006, pp. 66-70.
- [9] N. Zhou, T. K. Ghosh., *Textile Research Journal*, No. 7, 1998., pp. 533-540.
- [10] J. Stepanović, K. Zafirova, B. Antić, *Tekstilna industrija, Beograd*, No. 3-4, 2002., pp. 17-20.

## **Summary**

# **ANALYSIS OF WOVEN FABRICS DEFORMATION CHARACTERISTICS**

## **Scientific paper**

**J. Stepanović<sup>1</sup>, K. Zafirova<sup>2</sup>, Z. Milutinović<sup>3</sup>, V. Petrović<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Faculty of Technology, Leskovac, Serbia

<sup>2</sup> Faculty of Technology and Metallurgy, Skoplje, Macedonia

<sup>3</sup> Ministry of defence Republic of Serbia

<sup>4</sup> Technological Faculty "Mihajlo Pupin" Zrenjanin, Serbia

Woven fabrics deformation characteristics can be used for simulation of their behavior during exploitation. Therefore this investigation shows the results of analysis the relationship between the force and relative elongation of with different structure and constructive solutions. From F- $\epsilon$  curve the elasticity limits and fabric breakage is defined. In addition, the values of force and relative elongation of fabrics within defined limits are obtained. The influence of fabrics structure and constructive solutions on their deformation characteristics is analyzed. Also, the interrelation of deformation characteristics is analyzed. The fabrics are tested on dynamometer "Zwick" and results are processed by software "TestXpert". The results obtained can be used for projecting the force values which can be implemented during exploitation without destroying the fabric quality.

Keywords: woven fabric, deformation, elasticity limit, breaking force.