

# Uloženi rad pri istezanju do prekida desno-desnih pletiva lagane odjeće izrađenih pređama različitih sirovinskih sastava i procesa pređenja

Zlatko Vrljičak

Zagreb, Hrvatska

\*Dopisni autor: [krivodol@yahoo.com](mailto:krivodol@yahoo.com)

Prispjelo: 5. rujna 2024.

Prihvaćeno: 23. prosinca 2024.

UDK 677.075:677.017.4



Ovaj je rad licenciran pod licencom  
[Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## Izvorni znanstveni rad

*S pređama finoće 20 tex projektirano je, izrađeno i analizirano sedam uzoraka glatkog kulirnog desno-desnog pletiva namijenjenog rublju i laganoj odjeći. Temeljna pređa je pamučna ispređena u procesu prstenastog pređenja. Tri uzorka su izrađena s viskoznim i tri uzorka s modalnim pređama koje su predene pored prstenastog i u procesu rotorskog te aerodimamičkog pređenja. Navedene su osnovne značajke vlačnih svojstava pređa te parametri strukture pletiva koji su značajni za vlačna svojstva pletiva. Trakasti uzorci pletiva su istezani do prekida u smjeru redova i nizova očica. U dijagramu sila - istezanje određene su četiri značajne točke za parcijalno izučavanje vlačnih svojstava pletiva, a to su: 1. kraj elastične deformacije pletiva, 2. tjeme krivulje, 3. početak plastične deformacije pletiva i 4. točka najveće izmjerene sile istezanja ili točka prekida pletiva. Pomoću navedenih točaka izračunat je parcijalni i ukupni rad pri istezanju pletiva do trganja.*

**Ključne riječi:** pletivo; kulirno; desno-desno; glatko; pređa; pamuk; viskoza; modal; postupci pređenja; istezanje; rad do prekida

## Original scientific paper

### The process of stretching double-knit fabrics beyond their limits for the production of lightweight clothing, using yarns with varying raw material compositions and spinning processes

*The design, production, and analysis of seven samples of plain double-knit fabrics, tailored for underwear and lightweight garments, employing 20 tex yarns were studied. The primary yarn is made of cotton that was spun using the ring spinning process. Three viscose yarn samples were created, along with three modal yarn samples, using ring spinning, rotor spinning, and air-jet spinning processes. The basic characteristics of the tensile properties of yarns and the parameters of the knitted fabric structure that are significant for the tensile properties of knitted fabrics are listed. Samples of strip knit fabric were elongated until they broke along the courses and wales. The force-stretch diagram highlights four key points that are essential for the partial analysis of the tensile properties of knitted fabrics, which include: 1. end of elastic deformation of the knitted fabric, 2. vertex of the curve, 3. beginning of plastic deformation of the knitted fabric and 4. point of maximum measured tensile force or break point of the fabric. The calculations for both partial and total work during the stretching of the knitted fabric until its breaking point were conducted based on the aforementioned points..*

**Keywords:** knitted fabric; weft knitted; double knit fabric; plain; yarn; cotton; viscose; modal; spinning processes; stretching; and work of rupture

## 1. Uvod

Svaki materijal, pa tako i tekstilna vlakna, imaju svoja uporabna svojstva koja su pogodna u izradi određenih proizvoda. Uzgoj prirodnih vlakana je dugotrajan proces i najčešće je vezan za jednogodišnji period. U mnogim državama on je povezan sa socijalnom politikom i tradicijom života u pojedinim regijama [1,2]. Umjetna ili kemijska vlakna planski se izrađuju po drugačijim kriterijima pri čemu se dobiju željene strukture koje će imati unaprijed zamišljena kemijska, fizikalna i mehanička svojstva [3,4]. U klasičnim tehnološkim procesima, iz prirodnih vlakana, tehnikom prstenastog pređenja izrađuju se pređe različitih struktura i vlačnih svojstava. Prirodna vlakna su nejednolične duljine i poprečnog presjeka, a time i mase te vlačnih svojstava. Nejednoličnost vlakana, u prstenastom postupku pređenja prenosi se na nejednoličnost pređe pri čemu najveće probleme u daljnjoj preradi stvaraju zadebljala i tanka mjesta u pređi, a time i nejednolično istezanje pređe. Česti čvorići i uzlovi u pređi ne omogućuju izradu plošnog proizvoda veće kvalitete [5,6].

U suvremenom svijetu sve se manje toleriraju odstupanja od zadanih vrijednosti pri čemu se od proizvoda očekuje da bude jednoličan po strukturi, udoban ili funkcionalan pri upotrebi, prihvatljiv po izgledu i jednostavan u održavanju. Kemijska vlakna su znatno jednoličnija pa se s njima može izraditi jednoličnija struktura pređe, a time i plošne tvorevine (tkanine ili pletiva). Kemijska vlakna izrađena od prirodnih polimera: liocelna, viskozna, modalna, imaju velike sličnosti s pamučnim vlaknima pa se veoma često primjenjuju umjesto njih. Ovakva jednolična vlakna su omogućila razvitak rotorskog i aerodinamičkog postupka pređenja koji ostvaruju znatno veće proizvodne učinke od prstenastog pređenja. Pređe dobivene po suvremenim metodama pređenja su znatno jednoličnije strukture pa je s njima moguće izraditi jednoličniju strukturu tkanine i pletiva. Kemijska vlakna izrađena iz sintetičkih polimera: poliesterska (PES), poliamidna (PA), elastanska (EL) se veoma često upotrebljavaju u izradi multifilamentnih pređa koje služe pri izradi elastične odjeće: žensko rublje, rekreacijska odjeća, kupaći kostimi, preventivne kompresijske čarapa i kompresijske terapijske čarape i dr. U osnovi, elastično pletivo se izrađuje po načelu uplitanja dvije niti pri izradi reda pletiva. Jedna je temeljna, najčešće multifilamentna PES ili PA, ponekad od prirodnih vlakana, a druga je elastanska. Kombinacijom multifilamentnih pređa izrađenih iz sintetičkih polimera, tj. PES, PA i EL dobiju se suvremene elastične strukture pletiva iz kojeg se izrađuju različiti, prethodno navedeni, odjevni predmeti koji blago kompresijski priliježu uz kožu tijela, najčešće do 15 hPa, pa su udobni pri upotrebi [7-9].

S pamučnim jednostrukim pređama finoće 12 do 17 tex izrađuje se vrlo fino glatko kulirno desno- lijevo pletivo koje ima plošnu masu 60 do 120 g/m<sup>2</sup>. Ovakvo pletivo često je namijenjeno izradi finog ženskog rublja. S pređama finoće 17 do 22 tex izrađuje se malo masivnije pletivo koje ima masu 100 do 160 g/m<sup>2</sup> i često se upotrebljava u izradi klasičnog ženskog rublja. Pređama finoće 17 do 25 tex izrađuje se glatko kulirno desno-desno pletivo plošne mase 150 do 250 g/m<sup>2</sup> koje se upotrebljava u izradi klasičnog muškog rublja. Pamučna pletiva koja se upotrebljavaju u izradi rublja namijenjena hladnijim podnebljima, također su izrađena jednostrukim, ali malo grubljim pređama koje imaju finoću 22 do 28 tex, a u nekim slučajevima i do 36 tex. Plošna masa ovakvog pletiva se nalazi u području 200 do 350 g/m<sup>2</sup>. Prema tome, u klasičnim procesima izrade rublja najčešće se upotrebljavaju pamučne jednostruke pređe finoće 12 do 36 tex koje imaju istezanje do prekida 4 do 6 %. Pletiva koja su namijenjena kvalitetnijim laganijim gornjim odjevnim predmetima za toplija vremena mogu se izrađivati pamučnim končanim pređama, primjerice finoće 10 tex x 2, 12 tex x 2, 14 tex x 2 i 17 tex x 2. Istezanje do prekida končanih pređa je manje nego jednostrukih pređa. Ovakva pletiva pogodna su za kvalitetnu primjenu suvremenih metoda tekstilnog tiska koji ostaje kvalitetan i nakon većeg broja pranja. Finoća i istezanje pređe do prekida su dva osnovna parametra koji se primjenjuju pri regulaciji stroja za izradu određene strukture pletiva. Za sve moguće strukture pamučnih pletiva primjenjuje se osnovno načelo oplemenjivanja. Prema potrebi i namjeni, pamučna se pletiva oplemenjuju posebnim postupcima kako bi postigla ciljeve svojstva u primjeni [10,11].

Zbog sve većih poteškoća, a time i troškova uzgoja i proizvodnje pamučnih vlakana već nekoliko desetljeća se postupno u primjenu uvode umjetna vlakna izrađena iz prirodnih polimera koja će nadomjestiti ili zamijeniti upotrebu pamučnih vlakana. Pored novih vlakana uvode se i suvremeni procesi izrade pređa kao što je proces rotorskog i aerodinamičkog pređenja. U novim procesima primjenjuju se suvremene tehnike pređenja pa se strukture, a time i vlačna svojstva pređa značajno razlikuju od pređa izrađenih u procesima tzv. prstenastog pređenja. Pređe izrađene od umjetnih vlakana iz prirodnih polimera u procesima rotorskog i aerodinamičkog pređenja imaju veće istezanje do prekida, a često i povećanu krutost od pamučnih pređa. Pri pletenju s ovakvim pređama, ova dva parametra značajno utječu na strukturu pletiva. Na osnovi provedenih istraživanja i praktičnih iskustava s prethodno navedenim pređama jedne finoće nije moguće dobiti istu strukturu pletiva [12-14]. Razlike u strukturama se povećavaju i nakon procesa oplemenjivanja pletiva.

Zbog toga su u ovom radu istražena vlačna svojstva glatkih kulirnih desno-desnih pletiva izrađenih pređama različitih sirovinskih sastava i procesa pređenja. U analizi je naglasak na određivanju uloženog rada u pojedinim značajnim dionicama istezanja pletiva do prekida.

## 2. Vlačna svojstva desno-desnih kulirnih finih pletiva

Kulirna desno-desna fina pletiva imaju plošnu masu 150 do 250 g/m<sup>2</sup> i često se upotrebljavaju u izradi muškog rublja te različitih laganih dječjih i ženskih gornjih odjevnih predmeta za toplija vremena. U većini slučajeva se izrađuju pamučnim pređama finoće 20 tex, plošne mase oko 170 g/m<sup>2</sup>. Pređe su izrađene u procesu prestenastog pređenja i imaju istezanje do prekida oko 5 %. Istezanje pletiva do prekida u poprečnom smjeru ili u smjeru redova očica iznosi oko 400 %, a u uzdužnom smjeru ili smjeru nizova očica je znatno manje i iznosi oko 50 %, sl.1. [11,15].

Kad se ovakva pletiva izrađuju pređama ispređenim u procesu rotorskog ili aerodinamičkog pređenja s lio-celnim, viskoznim, modalnim ili drugim kemijskim vlaknima prirodnih polimera tada se dobiju slične, ali vrlo često različite strukture, a time i vlačna svojstva pletiva [5,12]. Ako se kod različitih uzoraka razmatranih pletiva analizira dijagram sila - istezanje, pri istezanju pletiva do prekida, uočava se kod svih dijagrama nekoliko područja koja se s obzirom na namjenu proizvoda mogu detaljnije analizirati, sl.2 [16].

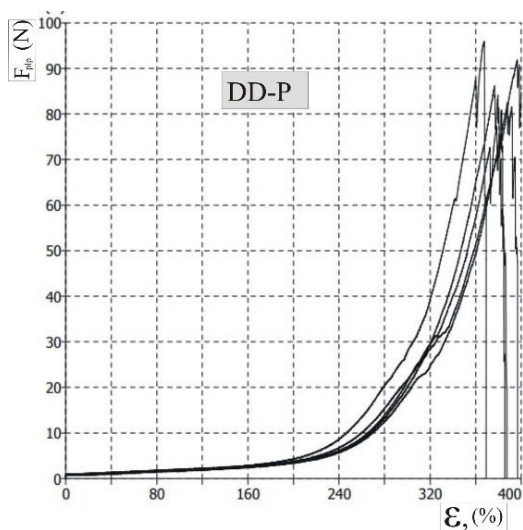
Prvo područje počinje od početka istezanja pa do kraja linearnog dijela dijagrama (točka T<sub>1</sub>).

U ovom području uz maleni porast sile ostvari se veliko istezanje, naročito u smjeru redova očica. Za prvi dio dijagrama općenito se smatra da predstavlja elastičnu deformaciju pletiva, tj. nakon rasterećenja pletivo se vraća u prvobitni položaj (Hookov zakon). Nakon ovog područja slijedi blago zaobljenje krivulje pri čemu iznos sile raste, a intenzitet istezanja se smanjuje (područje od točke T<sub>1</sub> do točke T<sub>3</sub>). Ovo je elastoplastično područje [17,18]. Pretpostavlja se da u ovom području dolazi do istezanja pletiva i pređa u njihovoj elastičnoj deformaciji.

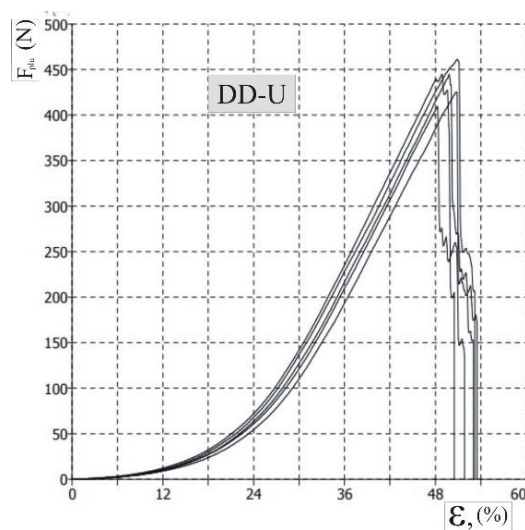
Od točke T<sub>3</sub> pa gotovo sve do najveće sile izmjerene pri istezanju, također je odnos sile i istezanja linearan pri čemu iznos sile intenzivnije raste od iznosa istezanja, odnosno pravac je strmiji nego prvi pravac koji opisuje elastičnu deformaciju pletiva, (sl.1). Pretpostavlja se da od točke T<sub>3</sub> počinje trajna deformacija pletiva.

Kod ovakvih glatkih pletiva, značajnije trganje najčešće počinje kod najveće izmjerene sile istezanja po čemu su složeni i kriteriji u standardu [19]. Međutim, u pojedinim slučajevima nakon najveće izmjerene sile, istezanje se i dalje povećava, a iznos sile se postupno smanjuje pa se tada razlikuju iznosi najveće izmjerene sile i sile prekida pletiva. Ovakvi dijagrami su karakteristični za platirna pletiva čije redove oblikuju dvije pređe različitog istezanja do prekida.

Dva pravca koja se mogu povući kroz dijagram spojena su zaobljenim dijelom dijagrama (od točke T<sub>1</sub> točke T<sub>3</sub>) koji predstavlja elastoplastičnu deformaciju pletiva. Između ove dvije točke, tj. kraja elastične deformacije pletiva (točka T<sub>1</sub>) i početka plastične deformacije pletiva (točka T<sub>3</sub>) nalazi se tjeme krivulje (točka T<sub>2</sub>).

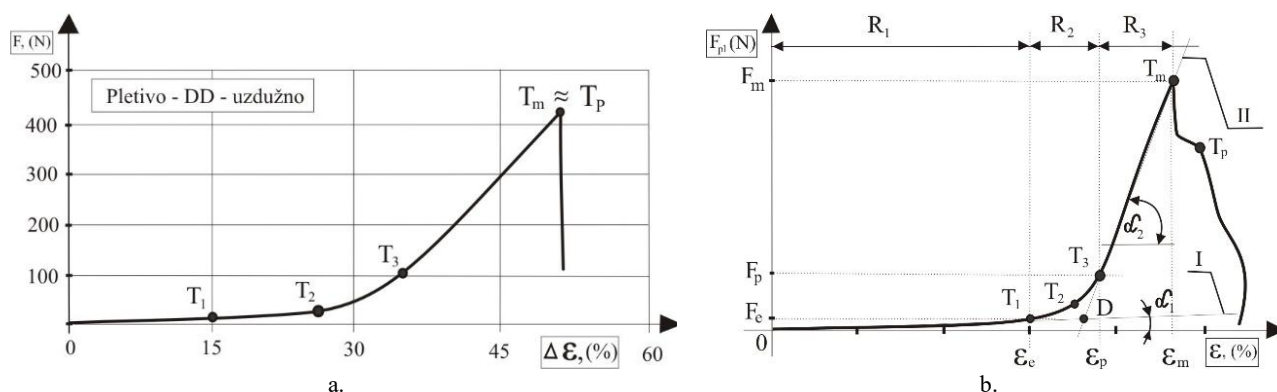


a.



b.

Sl.1 Dijagram sila - istezanje do prekida glatkog kulirnog desno-desnog nedoradenog pletiva, a) poprečno – smjer redova očica, b) uzdužno – smjer nizova očica; F - sila, N, ε - istezanje, %



Sl.2 Dijagrami sila - istezanje pletiva do prekida: a) karakteristične točke u dijagramu, b) razlika između najveće izmjerene sile i sile prekida pletiva; F - sila, N,  $\varepsilon$  - istezanje, % ; T<sub>1</sub> - kraj elastične deformacije, T<sub>2</sub> - točka tjemena krivulje, T<sub>3</sub> - početak plastične deformacije, I – prvi pravac prolazi kroz točke 0 i T<sub>1</sub>, II – drugi pravac prolazi kroz točke T<sub>3</sub> i T<sub>m</sub>

Kod pojedinih struktura pletiva ili grubljih analiza dijagram se podijeli na dva dijela. Prvi dio se proteže od početka istezanja pa do tjemena krivulje, tj. od točke 0 do T<sub>2</sub>, a drugi dio od tjemena krivulje do najveće izmjerene sile pri istezanju ili prekidu pletiva, tj. od točke T<sub>2</sub> do T<sub>m</sub>. U izradi klasične odjeće koja ležerno pada niz tijelo ili blago kompresijski priliježe, zanimljiv je prvi dio dijagrama, tj. onaj od početka istezanja do tjemena krivulje.

Kod detaljnije analize dijagram se podijeli u četiri područja. Prvo područje obuhvaća elastičnu deformaciju pletiva (od 0 do T<sub>1</sub>). Drugo područje je prvi dio elastoplastičnog područja, tj. od točke T<sub>1</sub> do T<sub>2</sub>. Treće područje je od točke T<sub>2</sub> do T<sub>3</sub> te obuhvaća drugi dio elastoplastičnog područja. Četvrto područje obuhvaća istezanje pletiva od početka trajne deformacije do najveće sile registrirane pri istezanju ili prekidu pletiva, tj. od točke T<sub>3</sub> do T<sub>m</sub>. Navedene točke dijagrama sila - istezanje mogu se odrediti na različite načine i po različitim kriterijima što ovisi o cilju istraživanja, odnosno namjeni proizvoda. Navedene točke predstavljaju granična područja u kojima se računa uloženi rad pri istezanju pletiva do prekida [20-22].

Usporedbom uloženog rada u pojedinim dionicama pletiva izrađenih pređama različitog sirovinskog sastava i procesa pređenja dobiju se značajni podaci o veličini utjecaja sirovinskog sastava i procesa pređenja na vlačna svojstva pletiva koja su sastavni dio kvalitete proizvoda.

### 3. Eksperimentalni dio

Za eksperimentalna istraživanja izabrane su pređe jedne finoće i različitih struktura, a time i vlačnih svojstava. S izabranim pređama ispleteni su uzorci pletiva u glatkom kulirnom desno-desnom prepletu. Kod ovakvog pletiva jedna pređa oblikuje red očica.

Svi uzorci su ispleteni pod istim uvjetima, tj. pri pletenju s pojedinim pređama nije obavljena regulacija stroja. Sa svakom pređom ispleteno je 10 m pletiva. Sve analize i mjerenja obavljena su na relaksiranom nedorađenom pletivu.

Cilj u ovim istraživanjima je bio spoznati utjecaj značajki pređa iste finoće, a različitih struktura na vlačna svojstva pletiva s naglaskom na uloženi rad u pojedinim dionicama pri istezanju pletiva do prekida.

#### 3.1. Značajke pređa

Za ova istraživanja izabrane su tri grupe vlakana: viskozna, modalna i pamučna s kojima su po tri postupka pređenja: prstenasti, rotorski i aerodinamički, izrađene jednostruke pređe nazivne finoće 20 tex. Sve su pređe namijenjene izradi kulirnog pletiva koje se upotrebljava za laganu pletenu odjeću. Kao temeljna pređa poslužila je pamučna, izrađena samo u procesu prstenastog pređenja (P-R). Prekidna sila ove pređe iznosi 302 cN, a istezanje do prekida 3,7 %, tab.1.

Tab.1 Vlačna svojstva pređa nazivne finoće 20 tex izrađenih različitim postupcima pređenja

Pređa	Prekidna sila, cN	Prekidno istezanje, %	Prekidna čvrstoća, cN/tex	Rad do prekida, cN·cm
V-R	312±5	13,8±0,3	15,6±0,5	1379±49
V-OE	267±9	10,5±0,3	13,4±0,4	919±50
V-AJ	286±9	12,3±0,4	14,3±0,5	1075±59
M-R	487±10	10,2±0,2	24,3±0,5	1436±47
M-OE	325±9	7,2±0,2	16,3±0,5	738±32
M-AJ	406±10	9,0±0,2	20,3±0,5	1067±42
P-R	302±5	3,7±0,1	15,1±0,3	301±10

V – viskoza, M – modal, P – pamuk,  
 R – prstenasti proces pređenja, OE - rotorski proces pređenja, AJ – aerodinamički proces pređenja

Pređe od viskoznih i modalnih vlakna izrađene su u sva tri navedena procesa. Kad se analiziraju osnovni parametri istezanja pređa do prekida uočljivo je da se sve pređe međusobno razlikuju. Najmanja prekidna sila iznosi 267 cN i izmjerena je kod viskozne pređe izrađene u procesu rotorskog pređenja (V-OE), a najveća sila iznosi 487 cN i izmjerena je kod pređe izrađene u procesu prstenastog pređenja s modalnim vlaknima (M-R). Najmanje istezanje do prekida iznosi 3,7 % i izmjereno je kod pamučne pređe (PR), a najveće iznosi 13,8 % i izmjereno je kod viskozne pređe (V-R). Obje pređe su ispredene u procesu prstenastog pređenja. Najmanja prekidna čvrstoća iznosi 13,4 cN/tex i izmjerena je kod viskozne pređe ispredene u procesu rotorskog pređenja (V-OE), a najveća je gotovo dvostruko veća i iznosi 24,3 cN/tex i izmjerena je kod modalne pređe ispredene u prstenastom procesu pređenja (M-R). Rad do prekida najmanji je kod pamučne pređe i iznosi 301 cN·cm pri čemu je kod ove pređe najmanje istezanje do prekida i relativno malena prekidna sila. Najveći izmjereni rad do prekida iznosi 1436 cN·cm i registriran je kod modalne pređe ispredene u rotorskom procesu pređenja pri čemu je kod ove pređe bila i najveća prekidna sila, a istezanje je iznosilo više od 10 %.

### 3.2. Značajke pletiva

Priprema i regulacija stroja za izradu pletiva je obavljena prema značajkama pamučne pređe i zadržana je kod izrade svih uzoraka. Sva pletiva su izrađena na kružnopletačem dvoigleničnom stroju finoće E17 koji je pleo sa 8 pletaćih sistema i 432 x 2 igala pri brzini vrtnje iglenica 45/min. Vlačna sila pređe na ulazu u pletaći sistem iznosila je 3±1 cN. Navedena su četiri parametra strukture koja karakteriziraju izrađena pletiva i zanimljiva su za analizu vlačnih svojstava.

Prvi i najznačajniji parametar je plošna masa nedorađenog pletiva koja kod izrađenih uzoraka iznosi 127 do 165 g/m<sup>2</sup>, tab.2. Značajka koju je važno uočiti je da se pređama ispredenim u procesu prstenastog pređenja dobije najveća plošna masa pletiva bez obzira na porijeklo vlakana. Pređama ispredenim rotorskim i aerodinamičkim procesom pređenja dobiju se približno jednake, ali znatno manje plošne mase. Veća plošna masa dobivena je pri povećanom skupljanju pletiva, naročito u smjeru redova očica, i to nakon skidanja s pletaćeg stroja i relaksacije. Krutost pređe je osnovni uzrok različitog skupljanja pletiva nakon skidanja sa stroja i relaksacije koja se u konačnici očituje u različitim širinama pletiva ispletenih na jednom stroju. Zapreminska masa se nalazi u području od 0,22 do 0,27 g/cm<sup>3</sup> i

**Tab.2** Parametri strukture glatkih kulirnih desno-desnih pletiva izrađenih pređama nazivne finoće 20 tex koja je ispredena različitim vrstama vlakna i postupcima pređenja

Pređa	Plošna masa, g/m <sup>2</sup>	Zapreminska masa, g/cm <sup>3</sup>	Debljina pletiva, mm	Utrošak niti u očici, mm
V-R	165±5	0,26±0,01	0,63±0,02	3,12±0,02
V-OE	131±3	0,22±0,02	0,59±0,01	3,10±0,01
V-AJ	127±3	0,22±0,02	0,58±0,02	3,16±0,02
M-R	155±5	0,27±0,03	0,58±0,02	3,13±0,01
M-OE	128±3	0,21±0,02	0,61±0,01	3,14±0,01
M-AJ	131±4	0,22±0,02	0,60±0,01	3,13±0,02
P-R	157±4	0,25±0,02	0,64±0,02	3,15±0,02

V – viskoza, M – modal, P – pamuk,  
R – prstenasti proces pređenja, OE - rotorski proces pređenja, AJ – aerodinamički proces pređenja

povezana je s plošnom masom i debljinom pletiva. U načelu, s povećanjem plošne mase povećava se i debljina pletiva, odnosno pletiva izrađena s pređama ispredenim na prstenastim predi-licama imaju veću debljinu. Utrošak niti u očici se nalazi u području 3,10 do 3,16 mm i nema izrazite povezanosti s nekim prethodno navedenim parametri-ma strukture pletiva.

## 4. Rezultati s raspravom

Iz svakog osnovnog ispletenog uzoraka nedorađenog pletiva izrezano je po pet epruveta u smjeru redova i pet u smjeru nizova očica koje su služile za mjerenje vlačnih svojstava. Širina epruvete je iznosila 50 mm, duljina 300 mm pri čemu je razmak između hvatalica dinamometra iznosio 100 mm, brzina istezanja je bila 100 mm/min. Pletiva su istezana do prekida bez predopterećenja jer je bio cilj izračunati uloženi rad od najmanjeg do najvećeg istezanja. Pri istezanju pletiva uočeno je nekoliko glavnih značajki (sl.3, tab.3).

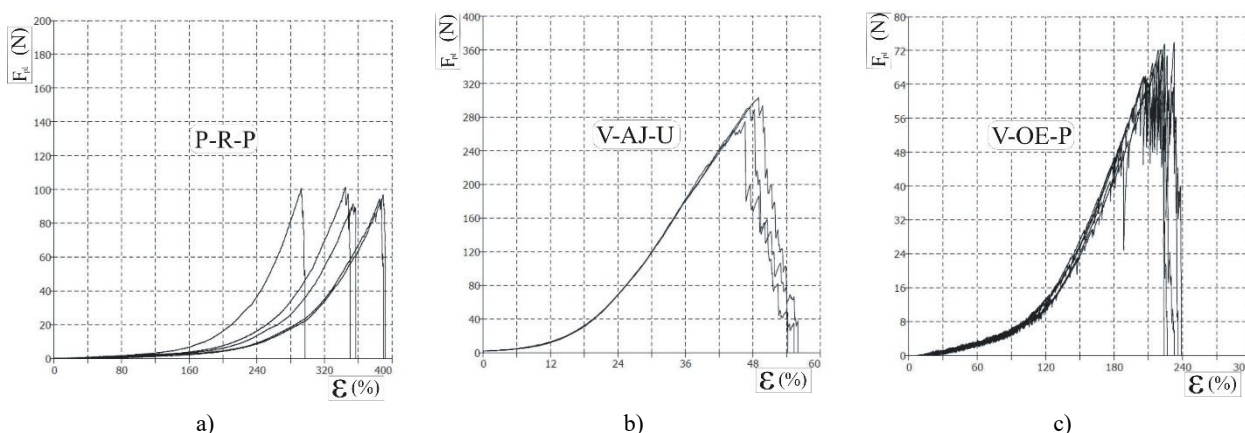
### 4.1. Rezultati i rasprava istezanja pletiva do prekida

Istezanje pletiva u smjeru redova očica ili poprečno iznosi 220 do 354 % i znatno je veće nego istezanje u smjeru nizova očica koje iznosi 33,5 do 62 %, odnosno istezanje u smjeru redova očica je 5,7 do 7,2 puta veće nego u smjeru nizova očica. Teorijski razmatrano, prema određenim postavkama, ovaj je odnos znatno manji i iznosi 1:4 [23]. Pamučna pređa je predena na prstenastoj predilici (P-R) i ima najmanje istezanje do prekida, koje iznosi 3,7 %, a pletivo istezano do prekida u smjeru redova i nizova očica ima najveći iznos istezanja i distribuciju rezul-

tata sila:istezanje među pojedinim epruvetama, sl.3a. Iz rezultata mjerenja je uočljivo da se prekid ovog pletiva ostvari u jednom trenutku i to pri najvećoj sili istezanja.

Pletiva ispletena viskoznim pređama izrađenim u aerodinamičkom procesu pređenja (V-AJ) imaju drugačija vlačna svojstva. Ovakva struktura pletiva je veoma ujednačena što se uočava prilikom istezanja pet epruveta u smjeru nizova očica, sl. 3b. Prekid pletiva nije trenutačan kao kod pamučnog već postupan, tj. nakon trganja prvog dijela nastavlja se istezanje koje se postupno smjenjuje s trganjem. U ovakvom se slučaju razlikuje iznos najveće sile kod istezanja i sile trganja pletiva.

Pri računanju rada uloženog u pojedinim dionicama pri istezanju pletiva do prekida potrebno je navesti do kojeg dijela dijagrama sila - istezanje se rad računa. Pređe izrađene u procesu rotorskog pređenja imaju (također) drugačiju strukturu od pređa izrađenih u procesu prstenastog i aerodinamičkog pređenja pa se dijagram sila - istezanje pletiva razlikuje od prethodnih dijagrama, sl.3c. Kod ovog dijagrama krivulja najčešće poprima pilasti oblik što se može objasniti diskontinuiranom plastičnom deformacijom pređe pri njenom istezanju u strukturi pletiva. Ova tri temeljna zapažanja pri istezanju pletiva do prekida upućuju na potrebu povećane pozornosti u proizvodnji lagane pletene odjeće pređama izrađenim različitim procesima pređenja.



Sl.3 Dijagram sila - istezanje desno-desnog kulirnog pletiva; a) pamučnog, u smjeru redova očica – poprečno, (P-R-P), b) viskozno, u smjeru nizova očica – uzdužno, (V-AJ-U), c) viskozno, u smjeru redova očica – poprečno, (V-OE-P)

Tab.3 Iznosi značajnih parametara pri istezanju uzoraka pletiva do prekida i računanje parcijalnog te ukupnog rada ispod krivulje sila - istezanje

Uzorci	T <sub>1</sub>				T <sub>2</sub>				T <sub>3</sub>				T <sub>m</sub>				W <sub>u</sub> , N·cm
	ε, %	ε, cm	F, N	W, N·cm	ε, %	ε, cm	F, N	W, N·cm	ε, %	ε, cm	F, N	W, N·cm	ε, %	ε, cm	F, N	W, N·cm	
Istezanje u smjeru redova očica ili poprečno - P																	
V-R	165	16,5	3,6	20	168	16,8	3,8	1	170	17	3,9	1	339	33,9	73	521	543
V-OE					113	11,3	10,9	43					220	22	72	399	445
V-AJ					130	13,0	4,4	21					277	27,7	74,8	455	476
M-R					170	17	4,9	29					310	31	84,2	473	502
M-OE	100	10	4,7	17	110	11	6,2	5	120	12	7	6	255	25,5	88,4	504	532
M-AJ					145	14,5	8,8	45					249	24,9	74,5	357	402
P-R	190	19	7	45	200	20	8,4	8	210	21	10	9	354	35,4	97	625	687
Istezanje u smjeru nizova očica ili uzdužno - U																	
V-R					10	1	10,1	4					47,8	4,8	367	649	653
V-OE					7,5	0,8	20,9	6					33,5	3,4	229	311	317
V-AJ					7	0,7	3,9	1					47,5	4,8	291	460	461
M-R	5	0,5	1	0	7,5	0,8	2,3	0	10	1	4,5	1	46,3	4,6	407	570	571
M-OE					10	1	6	2					45,2	4,5	267	377	379
M-AJ					5	0,5	7,3	1					34,4	3,4	278	351	352
P-R	15	1,5	7,7	4	17,5	1,8	10,6	2	20	2	14,3	3	62	6,2	335	561	571

T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>m</sub> - značajne točke na dijagramu sila - istezanje pletiva, ε - istezanje pletiva u pojedinoj dionici, % i cm, F - iznos sile istezanja na području graničnih točaka, N, W – rad ispod (dijela) dijagrama sila/istezanje, N·cm, W<sub>u</sub> - ukupan rad pri istezanju pletiva do prekida, N·cm, P – poprečno, U – uzdužno

Pri općoj analizi dijagrama sila - istezanje pletiva namijenjenog kompresijskoj odjeći često se određuju četiri prethodno navedene karakteristične točke:  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  i  $T_m$ . Pomoću ovih točaka računa se uloženi rad u pojedinim dionicama istezanja pletiva do prekida.

Na osnovi izmjera ljudskog tijela i potrebne duljine istezanja pletiva dobije se zadana veličina kompresije pletiva na ljudsko tijelo. Kod pletiva koja neće značajnije pritiskati ljudsko tijelo primjenjuje se jednostavnija analiza dijagrama. Prva dionica se proteže od početka istezanja pa do tjemena krivulje sila - istezanje i ona približno predstavlja elastičnu deformaciju pletiva (od 0 do  $T_2$ ). Duljina istezanja pletiva u ovoj prvoj dionici najčešće je značajna za jednostavno oblačenje i svlačenje odjevnog predmeta te prikladno lijevanje uz ljudsku figuru.

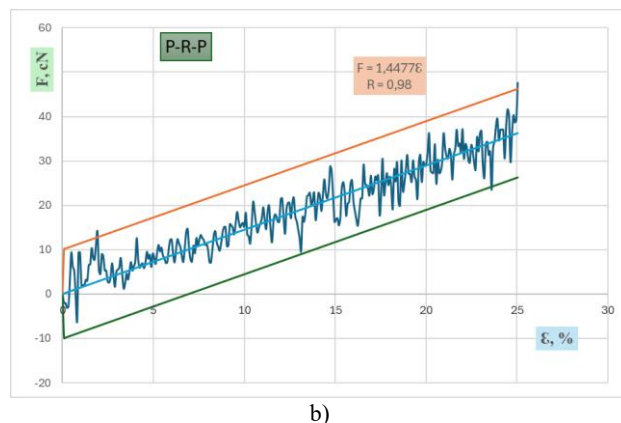
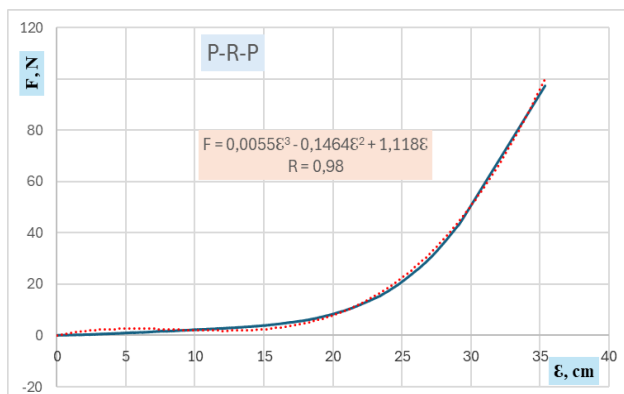
Drugi dio dijagrama obuhvaća područje od točke tjemena krivulje pa do najveće izmjerene sile pri istezanju ili do točke prekida pletiva (od  $T_2$  do  $T_m$ ). Kod izrade prethodno navedene odjeće ovaj drugi dio dijagrama nije zanimljiv pa se detaljno ne analizira.

Kod desno-desnih pletiva istezanje u smjeru redova očica je višestruko veće nego u smjeru nizova očica i u mnogim slučajevima može se prikladno opisati polinomnom jednadžbom trećeg stupnja, sl.4a. Kad se provodi detaljnija matematička analiza dijagrama tada se rabi nekoliko područja koja su omeđena s prethodno navedene četiri točke. Položaj točaka u dijagramu se određuje prema postavljenim kriterijima. Prvi dio dijagrama, tj. od početka istezanja do točke  $T_1$  je prosječno linearan i opisuje se jednadžbom pravca sa ishodištem u nuli. Kraj pretpostavljene elastične deformacije ili točka  $T_1$  dobije se uz kriterij da se prihvati najmanji iznos Pearsonovog koeficijenta korelacije 0,98. U ovom dijelu dijagrama vlačne sile su često manje od 5 % prekidne sile, ponekad i do 10 %, a veoma rijetko iznad, ali su varijacije sile vrlo velike i iznose i do  $\pm 50$  %, sl.4b.

Zbog toga je potrebno uskladiti značenje varijacije sile i koeficijenta korelacije. Dijagrami svih pet istezanih epruveta pletiva, u ovom prvom dijelu, gotovo su stopljeni u jedan, čime se potvrđuje ujednačenost strukture pletiva. Ovisno o strukturi pletiva, početak pretpostavljene trajne deformacije (točka  $T_3$ ) može se matematički odrediti na više načina. Ako se radi o klasičnoj strukturi glatkog pletiva tada trajna deformacije počinje s drugim pravcem dijagrama sila:istezanje koji često završava s najvećom silom izmjerenom kod istezanja ili silom trganja pletiva (točka  $T_m$ ). Temeljna točka na ovom pravcu može su prihvatiti kao iznos najveće izmjerene sile, a točka početka trajne deformacije ( $T_3$ ), dobije se analizom pravca usmjerenom prema kraju elastične deformacije, također uz kriterij najmanjeg Pearsonovog koeficijenta 0,98.

Na taj način određene su točke kraja elastične deformacije ( $T_1$ ) i točka početka plastične deformacije ( $T_3$ ). Točka tjemena krivulje ( $T_2$ ) određena je pomoću točaka  $T_1$  i  $T_3$  i sjecišta dvaju dobivenih pravaca (sl.2b). Pletiva izrađena predama posebne strukture ili s više pređa upletenih u red očica imaju drugačiju deformaciju pri istezanju. Na početku trajne deformacije pojedine pređe počinju pucati i u dijagramu se oblikuju izraziti zupci koji u kontinuitetu stvaraju tzv. pilasti dijagram čiji početak najčešće određuje trajnu deformaciju ili točku  $T_3$ .

Istezanje pletiva nakon početka trajne deformacije više nije zanimljivo jer su u pletivu uočljiva puknuća s rupicama pa takvo pletivo nije za klasičnu upotrebu. Zbog toga je za primjenu, a time i analizu zanimljivo područje krivulje između kraja elastične i početka plastične deformacije pletiva, tj. između točaka  $T_1$  i  $T_3$ . Ovo se područje naziva elastoplastično i kod pletiva nije dovoljno istraženo. Ono je posebno zanimljivo u izradi elastične odjeće koja kompresijski priliježe uz ljudsko tijelo (prevencijske kompresijske



Sl.4 Dijagram sila - istezanje pamučnog pletiva u smjeru redova očica – poprečno, (P-R-P): a) dijagram mjerenja – puna linija, dijagram matematičke interpolacije opisan polinomnom jednadžbom – točkasta linija, b) varijacije sile od početka istezanja do duljine 25 %, (2,5 cm)

čarape, terapijske kompresijske čarape, kupaći kostimi, ženski bodi, rekreacijska odjeća i sl.).

U ovim istraživanjima pletiva su izrađena s pamučnim, viskoznim i modalnim pređama koje su ispređene u različitim procesima predenja. Sve pređe su različitih vlačnih svojstava. Pletiva se upotrebljavaju za izradu lagane pletene odjeće kao i rekreacijske odjeće koja blago kompresijski priliježe uz ljudsko tijelo. Prilikom analiziranja dijagrama sila - istezanje kod nekih su uzoraka po prethodno navedenim kriterijima određene točke  $T_1$ ,  $T_2$  i  $T_3$ . Međutim, zbog strukture pređa, a time i pletiva vlačna svojstva nekih uzoraka su drugačija pa se po prethodnom kriteriju nisu mogle odrediti tri navedene točke. Naime, dva pravca koji su glavni dijelovi dijagrama sila – istezanje sa svojim graničnim vrijednostima dozvoljenog odstupanja se poklapaju pa se gube navedene tri točke.

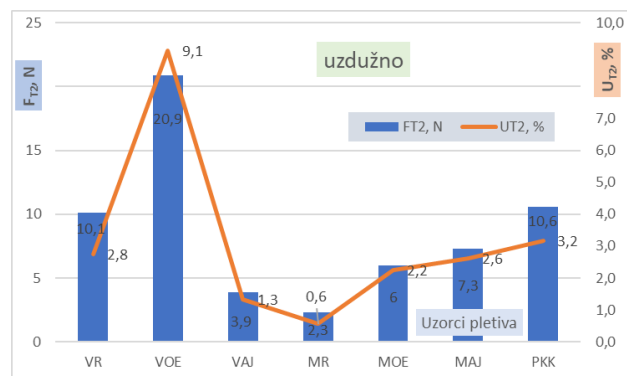
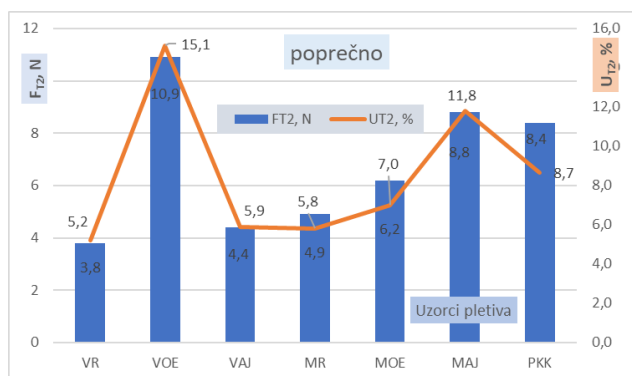
U ovom slučaju prvi pravac s koridorom svojeg dozvoljenog odstupanja ulazi u koridor drugog pravca, a drugi u koridor prvog. U koridorima koji se preklapaju nalaze se tri točke potrebne analizi. U takvom slučaju, sjecište ova dva pravca je poslužilo za određivanje točke tjemena krivulje ( $T_2$ ) koja je zadržana kao prijelazna točka između elastične i plastične deformacije pletiva pa su izostavljene točke  $T_1$  i  $T_3$ . Kod uzoraka gdje su prihvaćene točke  $T_1$ ,  $T_2$  i  $T_3$  razmak istezanja između pojedinih točaka je mali pa bi se i u ovim slučajevima ponekad mogla primijeniti jednostavnija, ali malo grublja analiza dijagrama u kojoj nema točaka  $T_1$  i  $T_3$ .

Pamučno pletivo, izrađeno pređama ispređenim u procesu prstenastog predenja, istezano u smjeru redova očica (P-R-P) ima kraj elastične deformacije kod istezanja 190 %, tjeme krivulje kod 200 % i početak trajne deformacije kod 210 %, tab.3. Pletiva izrađena modalnim pređama ispređenim u procesu rotorskog predenja (M-OE-P) imaju znatno manje

istezanje u smjeru redova očica koje na kraju elastične deformacije iznosi 100 %, kod tjemena krivulje 110 %, a do početka trajne deformacije 120 %. Karakteristične točke istezanja viskoznih pletiva u smjeru redova očica (V-R-P) se nalaze između točaka pamučnih i modalnih pletiva, a ipak bliže točkama pamučnog pletiva. Kod ostalih uzoraka pletiva, koridori dozvoljenih odstupanja razmatranih točaka se preklapaju pa je određena samo točka tjemena krivulje, tj.  $T_2$ .

Pri istezanju pletiva u uzdužnom smjeru iznosi su znatno manji. Od ukupno sedam uzoraka samo kod dva uzorka je određena točka  $T_1$  koja predstavlja kraj elastične deformacije. Kod pamučnog pletiva (P-R-U) kraj elastične deformacije se nalazi kod 15 % istezanja, točka tjemena kod 17,5 % i početak plastične deformacije kod 20 %. Kod modalnih pletiva ispletenim pređama ispređenim u procesu prstenastog predenja (M-R-U) kraj elastične deformacije se nalazi kod 5 % istezanja, tjeme krivulje kod 7,5 % i početak trajne deformacije kod 10 % istezanja.

Kod ostalih uzoraka pletiva, kao i kod poprečnog istezanja, koridori dozvoljenih odstupanja razmatranih točaka se preklapaju pa je određena samo točka tjemena krivulje, tj.  $T_2$ . U tjemenu krivulje (točka  $T_2$ ), kod svih uzoraka registriran je iznos sile i istezanja koji mogu u analizi poslužiti za usporedbu. Pri istezanju pletiva u smjeru redova očica, najmanji iznos istezanja do tjemena krivulje iznosi 110 % i izmjeren je kod uzorka pletiva izrađenog modalnim pređama ispređenim u procesu rotorskog predenja (M-OE-P), a najveći iznos je 200 % i izmjeren je kod pamučnog pletiva (P-R-P). Pletiva ispletena pređama ispređenim u procesu prstenastog predenja (R) omogućuju najveće istezanje pletiva do tjemena krivulje (168, 170 i 200 %) kao i do prekida pletiva (310, 339 i 354 %). Najmanji iznos istezanja do tjemena krivulje (110 i 113) izmjeren je kod pletiva izrađenih pređama ispređenim u procesu rotorskog predenja (OE).



SI.5 Iznos sile pri istezanju pletiva do tjemena krivulje u odnosu na silu trganja pletiva: a) pri istezanju pletiva u smjeru redova očica - poprečno, b) pri istezanju pletiva u smjeru nizova očica – uzdužno,  $FT_2$  - iznos sile pri istezanju pletiva do tjemena krivulje, N,  $U_{T_2}$  – udio sile pri istezanju pletiva do tjemena krivulje u odnosu na silu trganja pletiva, %

Istezanje do tjemena krivulje, u smjeru nizova očica ili uzduž pletiva je najmanje kod modalnih pletiva ispređenim pređama u procesu aerodinamičkog pređenja (M-AJ-U) i iznosi 5 %, a najveće kod pamučnog pletiva (P-R-U) i iznosi 17,5 %.

S obzirom na velike iznose razlika u poprečnom i uzdužnom istezanju potrebno je pri konstrukcijskoj razradi odjevnih predmeta uskladiti istezanje pletiva u smjeru redova sa istezanjem u smjeru nizova očica kako bi isti bio funkcionalan i udoban pri upotrebi.

U ovakvoj analizi korisno je znati i iznos sile izmjeren u tjemenu krivulje sila - istezanje te udio te sile u odnosu na silu trganja pletiva. Pri istezanju pletiva u smjeru redova očica iznos sile se nalazio u području 3,8 do 10,9 N i najmanji je kod viskoznog pletiva izrađenog pređama ispređenim u procesu prstenastog pređenja (V-R-P), a najveći također kod viskoznog pletiva, ali izrađenog pređama ispređenim u procesu rotorskog pređenja (V-OE-P), sl.5a. Udio ove sile u odnosu na silu trganja pletiva također je najmanji kod pletiva izrađenog viskoznim pređama ispređenim u procesu prstenastog pređenja (V-R-P) i iznosi 5,2 %, a najveći kod viskoznog pletiva izrađenog pređama ispređenim u procesu rotorskog pređenja (V-OE-P) i iznosi 15,1 %.

Zanimljivo je da utjecaj prekidne sile i istezanja pređe na iznos sile pri istezanju pletiva do tjemena krivulje sila - istezanje nema značajnog utjecaja. Pri istezanju pletiva u smjeru nizova očica ili uzduž pletiva iznos sile se nalazi u znatno širim granicama i iznosi 2,3 do 20,9 N, sl.5b. I u ovom slučaju uzorak pletiva izrađen viskoznim pređama ispređenim u procesu rotorskog pređenja (V-OE-U) ima ekstremne vrijednosti. Udio ove sile je malen i iznosi svega 0,6 do 3,2 % u odnosu na silu trganja pletiva, a samo u jednom slučaju (opet V-OE) iznosi 9,1 %.

## 4.2. Rasprava uloženog rada pri istezanju pletiva do prekida

Pri planiranju eksperimenta ciljano su izabrane pređe bitno različitih struktura, a time i vlačnih svojstava očekujući da će se moći povezati njihova vlačna svojstva sa vlačnim svojstvima pletiva s posebnim naglaskom na povezanost rada do prekida između pređa i pletiva. Pređe su različite po iznosu prekidne sile, istezanja, čvrstoće i rada do prekida, (tab.1). Na značajne razlike u njihovim vlačnim svojstvima podjednako utječu sirovinski sastav i proces pređenja. Usprikos svim analizama i sortiranjima uzoraka nisu se mogle pronaći izrazite značajnije zakonitosti utjecaja strukture pređe na vlačna svojstva pletiva, kako u smjeru redova tako i nizova očica.

Prvi parametar koje se želi analizirati je iznos uloženog rada pri istezanju pletiva do kraja elastične deformacije (od 0 do točke  $T_1$ ). Od četrnaest uzoraka samo je kod pet uzoraka analiziran ovaj rad. Veći je pri istezanju pletiva u smjeru redova, a znatno manji pri istezanju u smjeru nizova očica ili uzduž pletiva, (tab.3). Kod ostalih uzoraka kraj elastične i početak plastične deformacije se preklapa u koridoru dopuštenog odstupanja pa je spojen sa točkom tjemena krivulje, tj. točke  $T_1$  i  $T_3$  su sjedinjene u točki  $T_2$ .

Drugim parametrom se analizira uloženi rad od početka istezanja do tjemena krivulje sila - istezanje. Ovaj parametar je valjano registriran kod svih uzoraka. Pri istezanju pletiva u smjeru redova očica njegov iznos se nalazi u području od 21 do 53 N·cm što iznosi 3,9 do 11,2 % od ukupno uloženog rada potrebnog za istezanje pletiva do prekida. Kod dva uzorka (V-R i V-AJ) je najmanji i iznosi 21 N·cm, a kod uzorka M-OE je neznatno veći i iznosi 22 N·cm. Potom je kod tri uzorka znatno veći (M-R, V-OE i M-AJ), a kod pamučnog pletiva iznosi 53 N·cm pri čemu je 2,5 puta veći nego kod najmanjeg iznosa. Pri istezanju pletiva do prekida u smjeru nizova očica uloženi rad iznosi od 0 do 6 N·cm, ili samo do 1,9 % od ukupno uloženog rada potrebnog za istezanje pletiva do prekida. Kod pet uzoraka je manji od 1 %, kod pamučnog uzorka iznosi 1,1 %, a najveći je kod uzorka V-OE i iznosi 1,9 %.

Velike razlike koje se pojavljuju u uloženom radu pri istezanju pletiva u smjeru redova i nizova očica uvjetovane su strukturom pletiva, a razlike nastale pri istezanju pletiva u jednom smjeru ne mogu se pouzdano pripisati utjecaju sirovinskog sastava ili procesa pređenja.

Treći dio dijagrama se odnosi na analizu uloženog rada pri istezanju pletiva od točke tjemena krivulje pa do prekida pletiva (od točke  $T_2$  do  $T_m$ ). Prilikom istezanja pletiva do prekida u smjeru redova očica, rad u ovoj dionici iznosi od 357 do 634 N·cm ili 88,8 do 96,1 % od ukupno uloženog rada. Najmanji je kod pletiva ispletenog modalnim pređama koje su ispređene u procesu aerodinamičkog pređenja (M-AJ), a najveći kod pamučnog pletiva (P-R). Potrebno je uočiti da rad određen pri istezanju pletiva u smjeru nizova očica ima bliske apsolutne iznose sa radom uložnim pri istezanju u smjeru redova očica i nalazi se u granicama od 311 do 649 N·cm, ali mu je relativni iznos veći te je zastupljen sa 98,1 do 100 %.

Uspoređujući vlačna svojstva pređa (tab.1) i vlačna svojstva pletiva (tab.3), kao i u prethodne dvije dionice tako se ni u ovoj ne može pouzdano zaključiti koji su to parametri vezani za vlačna svojstva pređa i strukturu pletiva koji značajno utječu na veličinu

utrošenog rada pri istežanju pletiva od tjemena krivulje do prekida pletiva. Ukupno uloženi rad pri istežanju pletiva do prekida u smjeru redova očica iznosi od 402 do 687 N·cm, a u smjeru nizova očica od 317 do 653 N·cm. Samo kod dva uzorka (M-R i V-R) izmjeren je veći pri istežanju pletiva u smjeru nizova očica. Najmanji uloženi rad pri istežanju pletiva do prekida u smjeru redova očica izmjeren je kod uzorka izrađenog modalnim pređama (M-AJ), a nešto veći s viskoznom pređama (V-OE). Pri istežanju pletiva u smjeru nizova očica, također je kod ova dva uzorka izmjeren najmanji uloženi rad koji je kod viskoznih pletiva (V-OE) manji nego kod modalnih (M-AJ). Najveći uloženi rad do prekida pletiva izmjeren je kod pamučnih (P-R) i viskoznih pletiva (V-R) pri čemu su pređe ispredene u procesu prstenastog pređenja. Pri istežanju pletiva do prekida u smjeru nizova očica potrebno je uložiti najveći rad pri trganju pletiva izrađenog pređama u procesu prstenastog pređenja (P-R, V-R i M-R). U ovakvim analizama potrebno je uočiti da pamučne pređe imaju najmanji rad do prekida, nešto veću prekidnu silu, a gotovo najveći rad pri trganju pletiva. Za razliku od pamučnih pređa, modalne pređe (M-AJ) i viskozne (V-OE) imaju znatno veći rad do prekida, a najmanji uloženi rad pri trganju pletiva. Modalna pređa izrađena u procesu prstenastog pređenja (M-R) ima najveću prekidnu čvrstoću i rad do prekida, a ne ostvaruje i najveći rad do prekida pletiva.

## 5. Zaključak

S pamučnim, viskoznom i modalnim pređama nazivne finoće 20 tex izrađeno je sedam uzoraka glatkog kulirnog desno-desnog pletiva koja se upotrebljavaju u izradi rublja i laganih odjevnih predmeta. Pređe su izrađene u procesima prstenastog, rotorskog i aerodinamičkog pređenja. Pamučna pređa poslužila je za izradu temeljnog uzorka pletiva s kojim su uspoređena svojstva ostalih pletiva. Vlačna svojstva pređa međusobno se značajno razlikuju pa su očekivana i različita vlačna svojstva pletiva, naročito rada u pojedinim dionicama pri istežanju pletiva do trganja. Na osnovi provedenih istraživanja na nedorađenim pletivima mogu se izvesti slijedeći zaključci.

- Prekidna sila pređa iznosila je od 267 do 487 cN, prekidno istežanje od 3,7 do 13,8 %, prekidna čvrstoća od 13,4 do 24,3 cN/tex i rad do prekida od 301 do 1436 cN·cm. Pamučna pređa izrađena u procesu prstenastog pređenja značajno se razlikuje po svojim vlačnim svojstvima od svih ostalih pređa.

- Svi uzorci pletiva su izrađeni na jednom stroju u glatkom kulirnom desno-desnom prepletu. Uvjeti izrade pletiva bili su jednaki pri izradi svih uzoraka, tj. nije se obavljala regulacija stroja pri pletenju s pojedinom pređom. Plošna masa nedorađenog pletiva je iznosila od 127 do 165 g/m<sup>2</sup>, zapreminska masa od 0,21 do 0,26 g/cm<sup>3</sup> i utrošak niti u očici od 3,10 do 3,16 mm.
- Istežanje pletiva do prekida u smjeru redova očica ili popreko iznosi od 220 do 354 %, a u smjeru nizova 33,5 do 62 %. U teorijskim izračunima istežanje glatkih kulirnih desno-desnih pletiva je četiri puta veće u smjeru redova nego u smjeru nizova očica. U ovim istraživanjima istežanje pletiva u smjeru redova očica je i do 7,2 puta veće nego u smjeru nizova očica.
- Iznos uloženi rad pri istežanju pletiva do tjemena krivulje sila - istežanje u smjeru redova očica iznosi od 21 do 53 N·cm, ili od 12 do 21 % u odnosu na ukupno uloženi rad potreban za trganje pletiva. Pri istežanju pletiva u smjeru nizova očica ovaj je rad znatno manji i nalazi se u granicama od 0 do 6 N·cm.
- Ukupno uloženi rad potreban za trganje pletiva značajno se ne razlikuje pri istežanju pletiva do prekida u smjeru redova i nizova očica. Pri istežanju pletiva do prekida u smjeru redova očica ukupni rad iznosi od 402 do 687 N·cm, a u smjeru nizova očica od 317 do 653 N·cm.
- Izrada pletiva pređama iste finoće, a različitog sirovinskog sastava i procesa pređenja može se bez većih poteškoća obaviti po klasičnim načelima pletenja. Međutim, dobiju se bitno različiti osnovni parametri strukture pletiva, naročito širina pletiva, a time i plošna masa koji značajno utječu na vlačna svojstva pletiva. Navedene razlike treba pažljivo razmotriti u procesu proizvodnje pletiva namijenjenoga istom proizvodu, tim više jer ne postoji čvrsta povezanost između vlačnih svojstava pređa i pletiva. Navedene razlike dobivene na nedorađenom pletivu, vjerojatno je veoma složeno kompenzirati u procesima oplemenjivanja pletiva.

## Literatura:

- [1] Vrljičak, Z.; Krstović, K. Proizvodnja pamuka u Turskoj. *Tekstil* 2010, 59(11), 519-525. <https://tekstil.hist.hr/index.php/tekstil/article/view/3846>
- [2] Čipčić, T.; Vrljičak, Z. Svjetska proizvodnja pamuka s osvrtom na Peru, *Tekstil* 2017, 66(1-2) 47-56. <https://hrcak.srce.hr/188267>

- [3] Koslowski, H.J. Chemifaser Lexikon, Deutscher Verlag, Frankfurt am Main 2008.
- [4] Čunko, R.; Andrassy, M. *Vlakna*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2010.
- [5] Skenderi, Z.; Kopitar, D.; Vrljičak, Z.; Iveković, G. Nejednolikosti aerodinamičke pređe u usporedbi s prstenastom i rotorskom pređom od mikromodalnih vlakana. *Tekstil* **2018**, 67(1-2), 1-13. <https://hrcak.srce.hr/220226>
- [6] Skenderi, Z.; Iveković, G.; Kopitar, D. Utjecaj tehnike pređenja na fizikalno-mehaničke karakteristike pređe iz mikromodalnih vlakana. *Zbornik radova 11. Znanstveno-stručnog savjetovanja Tekstilna znanost i gospodarstvo*, (Ercegović Ražić, S.; Glogar, M.I.; Novak I., ur.), Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb 2018., 205-210.
- [7] Knecht, P. Funktionstextilien, Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main 2003.
- [8] Gries, T. Elastische Textilien, Melliland, Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main 2005.
- [9] Pavlović, Ž.; Vrljičak, Z. Modern knitted fabrics for underwear. *Book of Proceedings 13th International Scientific - Professional Symposium Textile Science & Economy*, (Petрак, S. ed.), Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2020., 275-281.
- [10] Vrljičak, Z. *Tehnološki izračuni proizvodnje pletiva*. Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 2017.
- [11] Vrljičak, Z. *Pletiva*. Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 2019.
- [12] Pavlović, Ž.; Lozančić, M.; Vrljičak, Z. Istraživanja strukture i vlačnih svojstava desno-desnih pletiva izrađenih pređama različitog sirovinskog sastava i procesa pređenja pri jednakim parametrima pletenja. *Tekstil* **2017**, 66(11-12), 279-296. <https://tekstil.hist.hr/index.php/tekstil/article/view/4392>
- [13] Kopitar, D.; Pavlović, Ž.; Skenderi, Z.; Vrljičak, Z. Comparison of Double Jersey Knitted Fabrics Made of Regenerated Cellulose Conventional and Unconventional Yarns. *Tekstilec* **2022**, 65 (1), 25-35. <https://doi.org/10.14502/tekstilec.65.2021026>
- [14] Pavlović, Ž.; Vrljičak, Z. Comparing double jersey knitted fabrics made of Tencel and modal yarns, spun by different spinning methods. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* **2020**, 15. <https://doi.org/10.1177/155892502091985>
- [15] Pavlović, Ž.; Sučić, T.; Vrljičak, Z. Rastezljivost desno-desnih platirnih pletiva za izradu rekreativne odjeće. *Tekstil* **2017**, 66 (5-6), 135-144. <https://hrcak.srce.hr/204161>.
- [16] Kowalski, K. Identifikacija procesa dziania na szydelkarkach, Polska Akademia Nauk, Oddzial w Lodzi, Komisja Wlokiennictwa, Lodz 2008.
- [17] Penava, Ž.; Šimić Penava, D.; Knezić, Ž. Deformacijske karakteristike tkanine pri različitim smjerovima djelovanja jednoosnog vlačnog opterećenja, *Tekstil* **2021**, 70 (1-3), 1-11. <https://hrcak.srce.hr/308793>.
- [18] Penava, Ž.; Šimić Penava, D.; Lozo, M. Experimental and Analytical Analyses of the Knitted Fabric Off-Axes Tensile Test. *Textile Research Journal* **2020**, 91(1-2), 62-72. <https://doi.org/10.1177/0040517520933701>
- [19] HRN EN ISO 13934-1:2013, Određivanje maksimalne sile i istezanja pri maksimalnoj sili metodom trake, ISO 2013.
- [20] Jovanović, T.; Penava, Ž.; Vrljičak, Z. Jednostavnije strukture elastičnih pletiva, *Tekstil* **2021**, 70 (7-9), 164-174. <https://hrcak.srce.hr/322838>.
- [21] Jovanović, T.; Penava, Ž.; Vrljičak, Z. Analiza istezanja do prekida glatkog kulirnog desno-ljevog i desno-desnog pletiva. *Tekstil* **2023**, 72(2), on-line first. <https://hrcak.srce.hr/328516>
- [22] Penava, Ž.; Lozo, M.; Vrljičak, Z. Force-elongation diagram analysis of knitted fabrics in fine women's and preventive compression stockings, MATRIB 2013 – International conference on Materials, Tribology, Recycling, Vela Luka 2013.
- [23] Dalidović, A.S. *Osnovi teorije vjazanja*. Lehkaja industrija, Moskva 1970.