

## Rastezljivost desno-desnih platirnih pletiva za izradu rekreacijske odjeće

Željka Pavlović, mag.ing.techn.text.  
Toni Sučić, student  
Prof. dr. sc. Zlatko Vrljićak, dipl. ing.  
Sveučilište u Zagrebu  
Tekstilno-tehnološki fakultet  
Zagreb, Hrvatska  
e-mail: zeljka.pavlovic@ttf.hr  
Prispjelo 12.4.2017.

UDK 677.025:677.017  
Stručni rad

*Izrađena su i analizirana četiri uzorka desno-desnih kulirnih pletiva koja se upotrebljavaju u izradi rekreacijske odjeće. Prvi uzorak je izrađen s pamučnom pređom finoće 20 tex u glatkom kulirnom desno-desnom prepletu. Ovaj uzorak služi kao osnovica za usporedbu parametara strukture i rastezljivih svojstava ostalih uzoraka koji su izrađeni u platirnim prepletima. Drugi je uzorak izrađen u djelomičnom platiranju, raporta 1+3. U ovom slučaju svi su redovi izrađeni s pamučnom pređom finoće 20 tex, a u svaki četvrti red je upletena poliamidna (PA) filamentna pređa finoće 44 dtex. Treći je uzorak pletiva izrađen u djelomičnom platiranju 1+1, tj. u jedan se red upliće samo temeljna pamučna pređa finoće 20 tex, a u drugi red, pored ove pređe se upliće PA filamentna pređa finoće 44 dtex. Četvrti je uzorak izrađen u potpunom platiranju, pri čemu se u svaki red pletiva upliću po jedna pamučna pređa finoće 20 tex i jedna PA filamentna pređa finoće 44 dtex. Svi su uzorci izrađeni na kružnopletačem dvoigleničnom stroju finoće E17. Analizirani su parametri strukture pletiva i rastezljiva svojstva.*

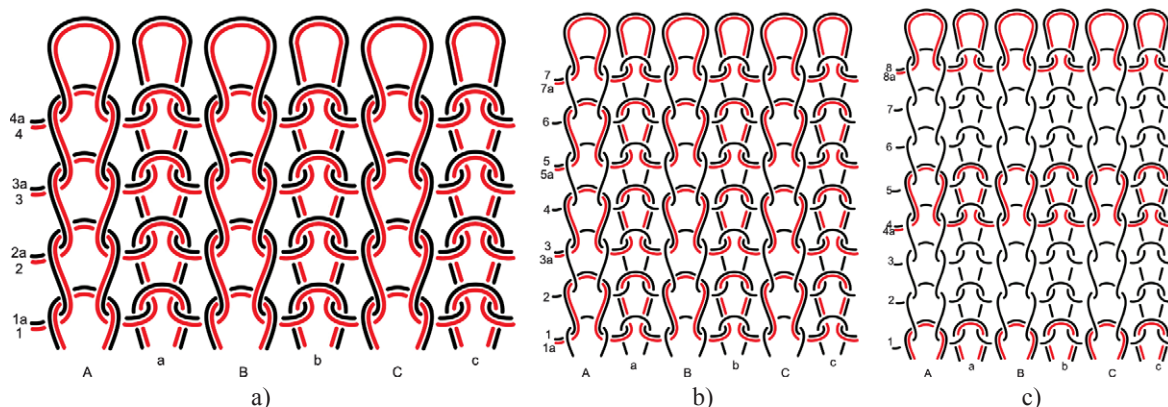
**Ključne riječi:** pletivo, desno-desno, platirno, analiza, rastezljivost

### 1. Uvod

Pri izradi kulirnih platirnih pletiva u jedan se red upliću dvije, tri, četiri ili više pređa različitih boja, sirovinskih sastava, finoća, struktura ili svojstava. Kod platiranja sve se pređe zahvaćaju kukicom igle i zajedno se kuliraju. Postoje različiti ciljevi platiranja, a time i različita tumačenja platiranja [1, 2]. S tehnološkog gledišta, u red pletiva se upliću dvije, tri ili više niti da bi se dobila određena struktura, s kojom se dobivaju i posebna svojstva koja su različita od glatkog pletiva. Uplitanjem više slič-

nih pređa dobije se punije i masivnije te manje rastezljivo pletivo. Ovo načelo platiranja se koristi u izradi okrajaka odjevnih predmeta, naročito zašaknica pulovera i vesta. Kod ovakvog pletenja nevažan je redosljed pređa, tj. nije važno koja je pređa prva, a koja druga, koja temeljna, a koja platirna. Pri izradi finog ženskog pamučnog rublja, u svaki drugi, treći ili četvrti red pletiva, pored pamučne, upliće se elastanska nit koja skuplja pletivo, koje u upotrebi priliježe uz tijelo. Pri izradi desno-desnih kulirnih pletiva za izradu gornjih odjevnih

predmeta, u red pletiva ponekad se ciljano upliću dvije pređe različitih boja, a često i različitih svojstava. Svrha ovakvog platiranja je estetsko rješenje teksture pletiva. Jedna se nit nalazi u unutrašnjosti pletiva i ne vidi se na površini dok se pletivo ne istegne u smjeru redova očica. Ovakvo platiranje pogodno je za izradu luksuzne odjeće. Pri pokretu tijela pletivo se razvlači i otkriva se nit koja je bila skrivena u unutrašnjosti pletiva. Ako je nit metalizirana, tada svjetluca pri osvjetljenju. Odjevni predmet ili osoba koja ga nosi je uočljiva, pa se



Sl.1 Prepleti desno-desnih kulirnih obostrano platirnih pletiva; a) temeljni platirni, b) djelomično platirni 1+1 i c) djelomično platirni 1+3

takva odjeća koristi u posebnim svečanostima ili plesnim zabavama. Treća potreba za platiranjem javlja se kod funkcionalne odjeće ili pletenog proizvoda. U red pletiva može se uplitati jedna čvršća i jedna elastanska pređa, ili u različitim kombinacijama više njih, čime se dobiva pletivo koje štiti tijelo od utjecaja atmosferilija, a pletivo udobno priliježe uz tijelo. Ovakva pletiva se koriste u izradi odjeće za profesionalne sportaše, npr. bicikliste, alpiniste, nogometaše, košarkaše, rukometaše, ili pak za izradu različitih medicinskih proteza [3].

Uočljivo je da se platirna pletiva izrađuju pređama različitih značajki. Svaka dodana pređa koja se upliće u red pletiva mijenja strukturu, svojstva i izgled pletiva. Prema nekim procjenama, od ukupne proizvodnje pletiva, danas se u svijetu proizvodi više od 30 % platirnih pletiva. Platirna se pletiva mogu podijeliti u različite skupine kulirnih i osnovnih pletiva koja imaju široka područja primjene. S tehnološkog gledišta, više se pređa može na različite načine uplitati samo u redove, ili samo u nizove i/ili istovremeno u redove i nizove pletiva. Ovdje se navode osnovne skupine kulirnih platirnih pletiva koja se upotrebljavaju u odjevnoj i obućarskoj industriji te kao tehnička pletiva [4, 5].

## 2. Desno-desni platirni prepleti

**Temeljno ili potpuno platirno pletivo** je pletivo kod kojeg se u svakom

redu nalaze dvije pređe, sl.1. Na ovaj se način dobiva punija struktura pletiva, koja je masivnija, čvršća i manje rastezljiva. Često se koristi kod izrade pulovera, vesta, rekreacijske odjeće, ljetnih majica i čarapa.

**Djelomično platiranje** predstavlja uplitanje pređe za platiranje samo u neke redove kao npr. kod izrade pletiva za žensko rublje. U ovom slučaju često se plete temeljnom pamučnom pređom finoće 14, 17 ili 20 tex i u svaki drugi, treći ili četvrti red se upliće elastanska nit finoće 22, 33 ili 44 dtex.

**Višestruko platiranje** se koristi kod izrade zbijenih pletiva, pri čemu se u jedan red upliće više pređa. Ovakva pletiva koriste se u izradi zašaknica pulovera i vesta te u izradi različitih proteza i tehničkih pletiva. Jedan dio suvremene rekreacijske odjeće se izrađuje iz pletiva koje u jednom redu ima upletene tri pređe, često pamučnu, PA i elastansku.

Desno-desna platirna pletiva se izrađuju na dvoigleničnim strojevima pa pored navedenih postoje mogućnosti tzv. jednostranog i obostranog platiranja. Kod jednostranog platiranja, druga se nit zahvaća samo iglama jedne iglenice, a kod obostranog platiranja, položene se niti zahvaćaju iglama obju iglenica. Po navedenim načelima, na jednostavan se način mogu izrađivati različita platirna pletiva. Na ovaj način moguće je dobiti pletivo kod kojeg se na jednoj površini nalazi samo jedna sirovina, a na drugoj površini druga sirovina. Tako

npr. površina pletiva oblikovana pamučnim pređama može u rekreacijskom odjevnom predmetu direktno nalijegati na kožu tijela, a druga površina može biti oblikovana, npr. PA ili PES filamentnim pređama i izložena utjecaju atmosfere ili okoline. Pri izradi odjeće za profesionalne sportaše česta je kombinacija da se pored dvije navedene pređe u red pletiva obostrano upliće i elastanska nit koja se u skupljenom pletivu nalazi u središnjem dijelu strukture pletiva i ne dolazi u kontakt s tijelom ili okolinom. Kod izrade različitih steznika ili tehničkih pletiva koristi se načelo djelomičnog platiranja u redu ili nizu pletiva. U ovom se slučaju niti za platiranje upliću samo u dio reda ili niza pletiva [6, 7].

## 3. Značajniji parametri strukture platirnih pletiva

Značajniji parametri koje treba analizirati kod platirnih pletiva su zbijenost očica u redu i nizu, utrošak pojedinih niti u očici ili uplitanje u red pletiva, te plošna masa pletiva ili masa četvornog metra pletiva [8, 9]. Za primjenu pletiva značajna su i rastezna svojstva pletiva u smjeru redova i u smjeru nizova očica.

Kod projektiranja ili analize platirnih pletiva potrebno je iz više razloga odvojeno razmatrati utroške pojedinih niti. Niti koje su upletene u jedan red mogu se razlikovati po sirovinskom sastavu, finoći, boji ili strukturi, pa je poželjno da se odvojeno iskažu nji-

hovi udjeli. U plošnoj masi pletiva objedinjeni su osnovni parametri strukture pletiva. Pomoću jednadžbe (1) može se izračunati plošna masa temeljnog platirnog desno-desnog pletiva.

$$m = m_t + m_p = D_h \cdot D_v \cdot \ell_t \cdot T_{tt} \cdot 2 \cdot 10^{-2} + D_h \cdot D_v \cdot \ell_p \cdot T_{tp} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \quad (1)$$

gdje je:  $m$  - plošna masa platirnog pletiva ( $\text{g}/\text{m}^2$ ),  $m_t$  - masa temeljne niti u platirnom pletivu ( $\text{g}/\text{m}^2$ ),  $m_p$  - masa platirne niti u platirnom pletivu ( $\text{g}/\text{m}^2$ ),  $D_h$  - zbijenost očica u redu pletiva, (oč./cm),  $D_v$  - zbijenost očica u nizu pletiva (oč./cm),  $\ell_t$  - utrošak temeljne niti u očici (mm),  $\ell_p$  - utrošak platirne niti u očici (mm),  $T_{tt}$  - finoća temeljne pređe (tex),  $T_{tp}$  - finoća platirne pređe (tex).

Ako se platirno pletivo izrađuje s više bitno različitih pređa, njihov se utrošak računa odvojeno u plošnoj masi po navedenom načelu. Plošna masa pletiva, gdje se pored temeljne niti platirna nit upliće u samo neke redove, može se izračunati prema osnovnoj jednadžbi (2):

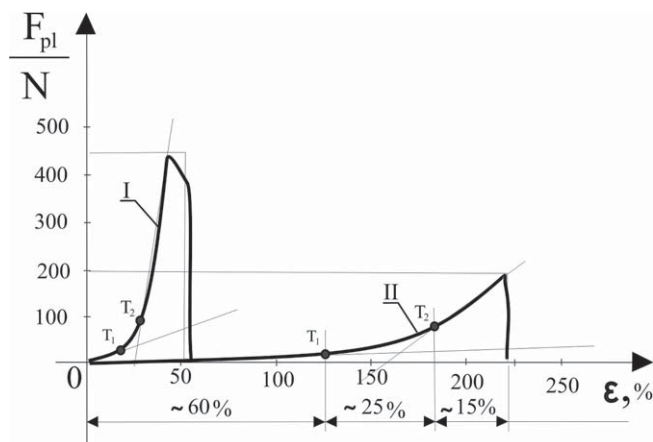
$$m = m_t + m_p = D_h \cdot D_v \cdot \ell_t \cdot T_{tt} \cdot 2 \cdot 10^{-2} + D_h \cdot D_v \cdot \ell_p \cdot T_{tp} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot (S_x/S_p) \quad (2)$$

gdje je:  $S_r$  - broj redova u visini raporta,  $S_x$  - broj redova u koje je upletena platirna pređa

Pomoću ovih jednadžbi se izračunavaju maseni udjeli pojedinih pređa u pletivu i stavljaju se na proizvođačku karticu, a vezani su za podatke o sirovinskom sastavu. Na informacijskoj kartici proizvoda nalazi se podatak npr. 80 % pamuk i 20 % PA. Slična se načela izračunavanja koriste pri različitim kombinacijama izrade platirnih pletiva [10, 11].

#### 4. Rastezna svojstva platirnih pletiva

Glatko kulirno desno-desno pletivo je zbog svoje strukture oko četiri puta rastezljivije u smjeru redova nego u smjeru nizova očica, sl.2, [8, 12, 13]. Za funkcionalnu upotrebu odjevnih predmeta, ovo je često jedno od nepoželjnih fizikalno-mehaničkih svojstava jer se prilikom rastezanja po



Sl.2 Osnovni dijagrami istezljivosti desno-desnog kulirnog pletiva: I) u smjeru nizova očica i II) u smjeru redova očica

širini ono skraćuje po duljini. Prekidna sila pletiva je veća u smjeru nizova nego redova očica jer je zbijenost očica u nizu veća nego u redu.

Detaljnijom analizom dijagrama sila-istezanja pletiva, sl.2, u smjeru redova i nizova očica može se uočiti da se krivulja sastoji od tri glavna dijela. Prvi, linearni dio do točke  $T_1$ , pretpostavlja se da je elastični dio pletiva u kojem dolazi do pomicanja niti u pletivu. Prilikom ispitivanja četvrtastih pamučnih uzoraka izrađenih u glatkom kulirnom prepletu, istezljivost pletiva u smjeru redova za ovaj dio krivulje često iznosi oko 60 % od ukupne istezljivosti. Drugi dio je krivulja od točke  $T_1$  do točke  $T_2$ . U ovom dijelu uz pomicanje niti u pletivu dolazi i do istezanja niti u njenom elastičnom području. Ovaj dio ovisi i o rasteznim svojstvima pređe i iznosi oko 25 % od ukupne istezljivosti. Do točke  $T_2$  zanimljiva su svojstva pletiva za izradu odjeće. Važno je uočiti da je sila potrebna za ovoliko izduljenje oko 25 % od prekidne sile pletiva. Nakon ove točke, uz daljnji porast sile, počinje se pređa deformirati i pletivo poprima trajne deformacije. Treći dio dijagrama, tj. onaj od točke  $T_2$  pa do prekida, često iznosi oko 15 % i veći dio je također linearan. On je značajan za tehnička pletiva. Ako se žele modificirati rastezna svojstva pletiva, onda se mogu u različitim kombinacijama koristiti prethodno navedeni platirni prepleti. Pri izradi

rekreacijske odjeće ili odjeće za profesionalne sportaše veoma je često zanimljivo područje istezljivosti između točke  $T_1$  i točke  $T_2$ . U ovom području pletivo je istegnuto i udobno priliježe uz tijelo. Pri većem naprezanju pletivo ne dozvoljava prekomjerno istezanje mišića i na taj način štiti sportaša od ozljede. Po navedenim načelima, za vrhunske sportaše, izrađuje se odjeća po mjeri i predviđenim naprezanjima.

#### 5. Eksperimentalni dio

Svrha ovog istraživanja bila je izraditi osnovne uzorke kulirnih desno-desnih platirnih pletiva koja će se upotrebljavati u izradi rekreacijske odjeće poput hlača, majica, potkošulja, kapuljača, cjevastih kapa i dr. Svi uzorci su izrađeni na kružnopletaćem dvoigleničnom stroju finoće E17 koji ima osam pletaćih sustava, tab. 1. Na ovakvom stroju poželjno je pletiti pa-

Tab.1 Značajke kružnopletaćeg dvoigleničnog stroja na kojem su pleteni uzorci

Konstrukcijske značajke stroja	Dvoiglenični stroj
Finoća stroja, E	17
Promjer iglenice, mm, (inča)	200, (8)
Broj igala, $N_i$	432 x 2
Radna brzina, ok./min	60
Broj pletaćih sustava, S	8



Tab.2 Osnovne značajke pamučnih jednostrukih i multifilamentnih PA pređa za izradu uzoraka pletiva

Svojstvo	Pamuk			PA		
	$X_s$	s	CV	$X_s$	s	CV
Finoća (dtex)	20,2	0,9	4,5	44,1	0,5	1,1
Uvojitost (uvoja/m)	812	27	3,3	ljepljena vlakanca		
Prekidno istezanje (%)	4,7	0,34	7,3	28,7	1,47	5,13
Prekidna sila (cN)	300	25	8,2	223	5,9	2,7
Rad do prekida (cN·cm)	374	48	13,0	1677	102	6,1
Čvrstoća (cN/tex)	15,0	1,23	8,2	50,7	1,35	2,67
Vrijeme do prekida (sek)	2,85	0,21	7,4	21,15	0,72	3,4

$X_s$  - srednja vrijednost, s – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije

mučnim jednostrukim pređama finoća 14 do 30 tex. Optimalna finoća pređe za izradu kvalitetnih komercijalnih uzoraka je pamučna, jednostruka finoće 20 tex. Zbog toga su i izrađivana sva pletiva s temeljnom pamučnom pređom finoće 20 tex. Izrađena su sljedeća četiri uzorka pletiva duljine po 20 m:

- 1) Glatko kulirno desno-desno pletivo, koje je osnova za izradu sljedećih platirnih pletiva, izrađeno je pamučnom jednostrukom pređom nazivne finoće 20 tex po načelu da se u jedan red pletiva uplete jedna pređa, oznaka DDG,
- 2) Djelomično platirno desno-desno pletivo 1+3, pri čemu se pored temeljne pređe finoće 20 tex u svaki četvrti red upliće PA pređa nazivne finoće 44 dtex, oznaka DP 1+3,
- 3) Djelomično platirno desno-desno pletivo 1+1, pri čemu se pored te-

meljne pređe finoće 20 tex u svaki drugi red upliće PA pređa finoće 44 dtex, oznaka DP 1+1,

- 4) Temeljno platirno desno-desno pletivo, pri čemu se u svaki red upliću po dvije pređe, jedna pamučna finoće 20 tex i jedna PA finoće 44 dtex, oznaka DDPP.

Izrađeni uzorci pletiva imaju različite strukture, a time i različita rastezna svojstva. Platiranjem se željela pratiti promjena strukture i rasteznih svojstava pletiva, u smjeru redova i smjeru nizova očica.

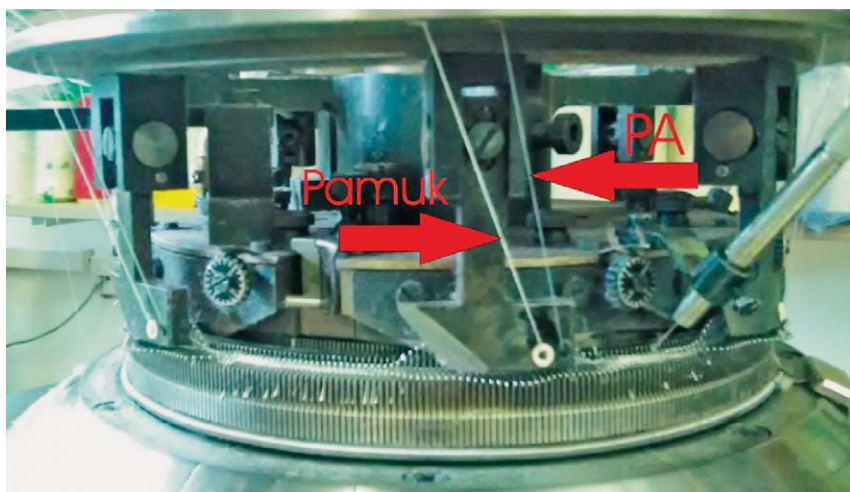
## 6. Značajke pređa i izrada uzoraka

U izradi prvog ili temeljnog uzorka svakom pletačem sustavu je dovođena po jedna pamučna jednostruka pređa finoće 20,2 ±0,7 tex, tab.2. Stroj ima osam pletačkih sustava pa je

za normalan rad trebalo osam namotaka pređe. Pređe su dovođene pozitivnim akumulacijskim dovodnikom pri čemu je vlačna sila pređe na ulazu u zonu pletenja iznosila 3,0 ±0,5 cN. Radna brzina stroja je 60 ok./min i stroj izradi oko 25 m/h pletiva. Drugi je uzorak izrađivan u djelomičnom platiranju, raporta 1+3, pri čemu je svaki red pletiva oblikovala pamučna pređa i u svako četvrti red pored pamučne pređe upletena je i PA multifilamentna pređa finoće 44,1 ±0,3 dtex. Za izradu ovog uzorka na stroju je bilo osam namotaka pamučne pređe i dva namotaka PA filamentne pređe. Treći uzorak je izrađivan po istom načelu kao i drugi uzorak, samo je raport platiranja 1+1, tj. svakom pletačem sustavu se dovodi pamučna pređa nazivne finoće 20 tex, a svako drugom PA filamentna pređa nazivne finoće 44 dtex, tj. u svakom drugom pletačem sustavu se platiralo. Kad se pletačem sustavu dovode dvije pređe tada se one ne dovode pomoću dovodnika. Kod izrade temeljnog platirnog pletiva svakom pletačem sustavu su dovođene po dvije pređe: temeljna pamučna finoće 20,2 ±0,7 tex i PA multifilamentna finoće 44,1 ±0,3 dtex. Osim osam namotaka s pamučnim pređama trebalo je imati i osam namotaka s PA filamentnim pređama. U ovom slučaju pređe nisu dovođene dovodnicima niti već su ih igle povlačile prema potrebi, sl. 3. Pri ovakvom načinu rada povećana je vlačna sila pređe na ulazu u pletači sustav, koja je iznosila 10 ±2 cN.

## 7. Metode analiza

U pletivu su određivani parametri strukture po osnovnim načelima analize glatkih kulirnih pletiva [8,14,15]. Prvo su određeni osnovni ili tehnološki parametri strukture pletiva, a potom neki izvedbeni parametri. Određena je plošna masa, debljina i širina pletiva te zbijenost očica u jedinici površine, utrošak niti u očici i dr. Od izvedbenih parametara određivani su broj očica na jedinici površine, koeficijent zbijenosti očica i skupljanje pletiva. Najprije su odre-



Sl.3 Detalj stroja za izradu platirnih pletiva pri dovođenju dvije niti pletačim iglama

đeni parametri strukture pletiva za koje nije trebalo oštetiti uzorke.

Zbijenost očica u redu ( $D_h$ ) i nizu ( $D_v$ ) je brojana na 10 mm s preciznošću očitavanja 0,5 očice. Prosječna vrijednost izračunata je na temelju 10 mjerenja. Utrošak niti u očici određen je paranjem niti iz pletiva. U stroju su radile 432 x 2 igle. Pletivo je rezano po nizu i parana je jedna nit za drugom, tj. paran je red po red pletiva. U cilinдриčnoj iglenici pletu 432 igle i isto toliko u iglenici kružne ploče. Prema tome, ukupno pletu 864 igle koje u jednom redu izrade 864 očica. Duljina isparane niti koja oblikuje cijeli red pletiva iznosi 220 do 290 cm. Za mjerenje duljine isparane niti korištena je mjerna staza koja se nalazi na stalku duljine oko 3 m. Na početku stalka nalazi se prva hvatalica kojom se zahvaća početak isparane niti iz reda pletiva. Potom se nit vodi u vodoravnom položaju preko tri kolotura i za drugi kraj učvrsti drugom hvatalicom koja se preko završnog kolotura vješa s opterećenjem 0,5 cN/tex. S navedenim opterećenjem nit se izravna, a ne istegne te se na skali očita izmjerena duljina i zabilježi. U jednom redu ima 864 očica. Stroj je pleo s osam pletaćih sustava pa je parano deset pređa iz deset redova očica kako bi se obuhvatio cijeli raport pletenja. Znači, ukupno je isparano 8640 očica na temelju kojih je određen prosječni utrošak niti za oblikovanje jedne očice. Za pamučnu pređu predopterećenje je iznosilo 10 g, a za PA 3 g. Pojedinačna mjerenja statistički su obrađena uz signifikantnost  $p=0,05$ .

Na osnovnom uzorku bilo je pogodno i praktično odrediti plošnu masu pletiva. Ispleteni su cjevasti oblici pletiva širine oko 20 cm x 2 i duljine oko 20 m. Izrađeni uzorak pletiva postavljen je na ravnu podlogu nakon čega je izmjerena duljina i širina uzoraka te je izračunata površina uzoraka. Izvagane su mase izrađenih uzoraka. Na temelju mase i površine izračunala se plošna masa pletiva. Na isti način, a zbog jednostavnosti i praktičnosti mjerenja koja se često obav-

ljaju u pogonskoj proizvodnji, plošna masa je određena i na uzorcima manje veličine. U ovom slučaju plošna je masa određena na uzorcima pletiva znatno veće površine nego što propisuju norme pa je za očekivati da će i rezultati biti prihvatljivi za praksu.

Za analizu rastezljivih svojstava pletiva potrebno je bilo pripremiti tzv. linearne uzorke pletiva. Radi se o desno-desnom kulirnom pletivu koje je oko četiri puta rastezljivije u smjeru redova nego nizova. Zbog toga su iz nedoradenog pletiva izrezani uzorci širine 50 mm i duljine 200 mm. Razmak između hvatalica na dinamometru je iznosio 100 mm. Prilikom trganja pletiva izmjerena je sila trganja i istezljivost pletiva pri trganju [15]. Mjerenja su obavljena za uzorke izrezane u smjeru redova očica ili poprečno i u smjeru nizova očica ili uzduž pletiva.

## 8. Rezultati i rasprava parametara strukture pletiva

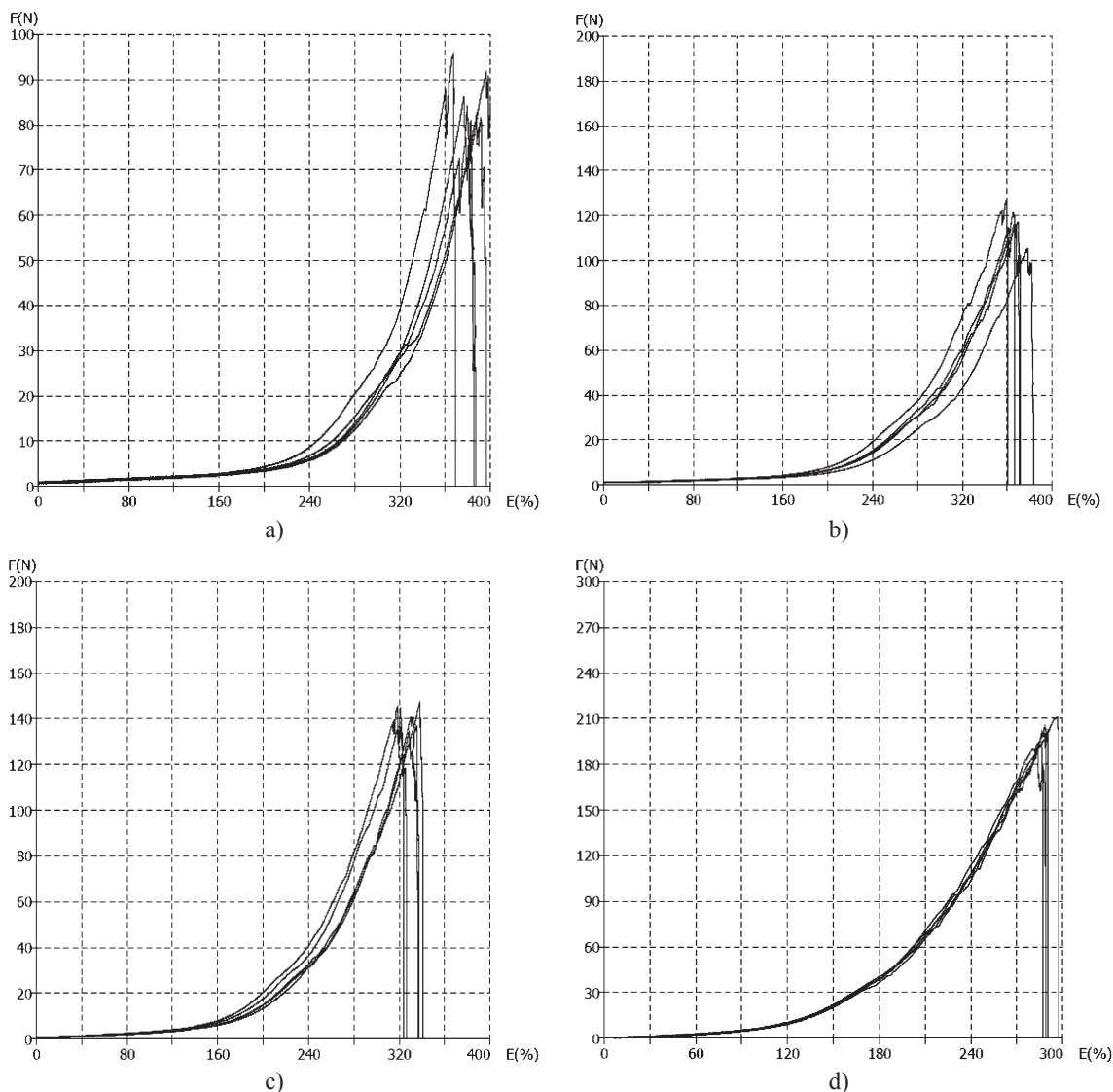
Ispleteni uzorci pletiva analizirani su nakon 72 sata relaksacije. Najprije su

određeni parametri strukture pletiva kod kojih nije trebalo oštetiti ili deformirati strukturu pletiva. Brojane su očice u redu ( $D_h$ ) i nizu pletiva ( $D_v$ ) i na temelju deset mjerenja određena je prosječna vrijednost s pripadajućim odstupanjem uz  $p=0,05$ , tab.3. Iz dobivenih podataka izračunat je ukupan broj očica na jedinici površine ( $D_u$ ) koji je kod glatkog pletiva iznosio 126/cm<sup>2</sup>. Uplitanjem druge niti, broj očica u nizu pletiva se povećava od 11,7 do 15,9/cm pa se povećava i ukupan broj očica u jedinici površine koji iznosi do 161/cm<sup>2</sup>. Zbog konstrukcije stroja, pri uplitanju druge niti u red pletiva mijenjao se način pletenja. Naime, niti koje izrađuju platirni red pletiva nisu se mogle dovoditi iglama pomoću dovođenika već su ih igle povlačile prema potrebi, a time je značajno porasla i vlačna sila u niti na ulazu u zonu pletenja koja je iznosila 10±2 cN. Kod izrade temeljnog uzorka u jedan red je uplitana jedna pamučna pređa. Sve su pređe dovođene pozitivnim dovođnicima pri čemu je vlačna sila iznosila 3,0±0,5 cN. Kod izrade potpuno platirnog pletiva u svaki su red,

Tab. 3 Parametri strukture analiziranih uzoraka pletiva

Parametri pređe i pletiva	Uzorci pletiva			
	DDG	DP 1+3	DP 1+1	DDPP
$D_h$ , oč./cm	10,8±0,3	10,7±0,3	10,6±0,3	10,1±0,4
$D_v$ , oč./cm	11,7±0,4	12,6±0,3	13,1±0,4	15,9±0,6
C	0,92	0,85	0,81	0,64
$D_u$ , oč./cm <sup>2</sup>	126	135	139	161
$D_p$ , mm	0,66±0,02	0,67±0,02	0,70±0,01	0,72±0,02
$\tilde{S}_p$ , cm x 2	19,5±0,3	19,5±0,4	19,5±0,5	20,5±0,5
s, %	39	39	39	36
$T_{tt}$ , tex	20,2±0,7	20,2±0,7	20,2±0,7	20,2±0,7
$T_{tp}$ , dtex		44,1±0,3	44,1±0,3	44,1±0,3
$\ell_t$ , mm	3,16±0,01	3,16±0,01	3,15±0,01	
$\ell_{ts}$ , mm		2,72±0,01	2,69±0,03	2,77±0,02
$\ell_p$ , mm		2,66±0,02	2,63±0,02	2,70±0,03
m, g/m <sup>2</sup>	166±3	183±4	200±5	233±5

C – koeficijent zbijenosti pletiva,  $D_u$  – broj očica na jedinici površine, oč./cm<sup>2</sup>,  $D_p$  – debljina pletiva, mm,  $\tilde{S}_p$  – širina pletiva, cm, s – skupljanje pletiva nakon skidanja sa stroja, %,  $\ell_t$  – utrošak temeljne (pamučne) niti u očici, mm,  $\ell_{ts}$  – utrošak temeljne (pamučne) niti u očici kad se u jednom redu upliće zajedno s PA niti, mm,  $\ell_p$  – utrošak platirne (PA) niti u očici, mm, DDG – desno-desno glatko pamučno pletivo, DP 1+3 – djelomično platirno pletivo 1+3, DP 1+1 – djelomično platirno pletivo 1+1, DDPP – platirno pletivo, signifikantnost prikaza rezultata  $p = 0,05$



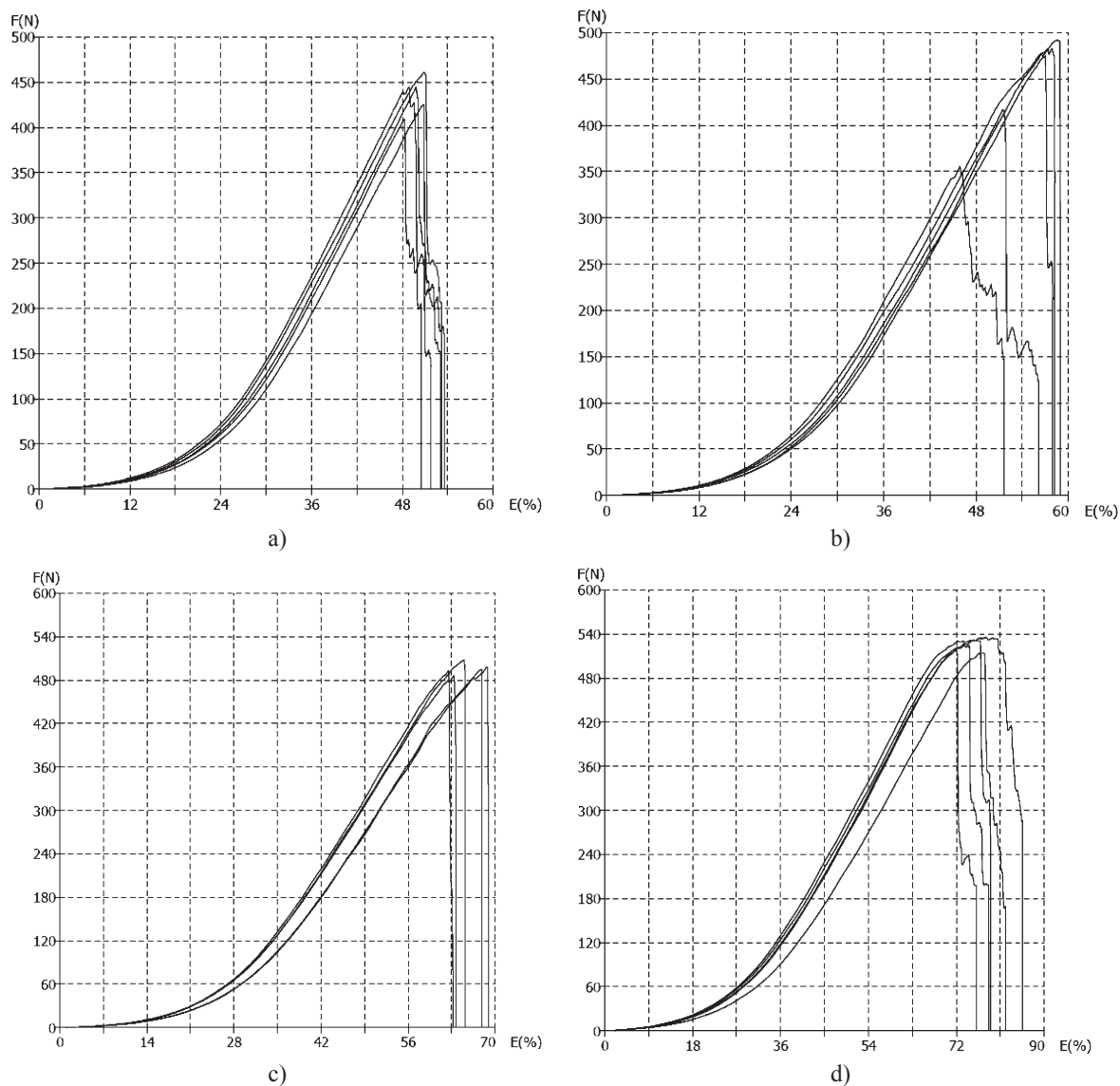
Sl.4 Dijagrami sila/istezanje, u smjeru redova očica (poprečno), za desno-desna pletiva: a) za glatko pletivo, b) za djelomično platirno pletivo raporta platiranja 1+3, c) za djelomično platirno pletivo raporta platiranja 1+1 i d) za potpuno platirno pletivo

bez upotrebe dovodnika, dovodene po dvije pređe koje su igle povlačile prema potrebi. Zbog ovakvog načina rada povećana je zbijenost očica u nizu pletiva. Pri malo promjenjivoj zbijenosti očica u redu pletiva i znatnom povećanju zbijenosti očica u nizu pletiva, smanjen je koeficijent zbijenosti očica (C), u rasponu vrijednosti od 0,92 do 0,64. Najveći je kod glatkog pamučnog pletiva i iznosi 0,92, a najmanji kod platirnog pletiva i iznosi 0,64 te su prihvatljivi za komercijalne primjene. Debljina pletiva se nalazi u granicama 0,66 do 0,72 mm i veća je kod platirnih pletiva nego kod glatkog pletiva. Zbijenost

očica u redu je povezana sa širinom pletiva i kod prvih tri uzorka bitno se ne mijenja. Nešto je veća kod potpuno platirnog pletiva.

Za pletenje su korištene dvije bitno različite pređe. Prva ili temeljna pređa je pamučna, nazivne finoće 20 tex, prekidne istezljivosti 4,7 %, a druga je multifilamentna PA, nazivne finoće 44 dtex, prekidne istezljivosti 28,7 % koja se upliće u samo neke redove, a kod potpunog platiranja u svaki red zajedno s pamučnom predom. Pri pletenju s dvije ovako različite pređe može se očekivati i njihovo različito uplitanje u red pletiva ili za oblikovanje očice. Kad se u jedan red upliće

samo jedna pamučna pređa, njen je utrošak za oblikovanje očice  $3,16 \pm 0,01$  ili  $3,15 \pm 0,01$  mm, tj. veoma malo se mijenja. Međutim, kada se u red očica upliće jedna pamučna i jedna PA pređa, onda je utrošak pamučne pređe za oblikovanje očice 12 do 15 % manji od prethodnog, i iznosi  $2,69 \pm 0,03$  do  $2,77 \pm 0,02$  mm, a utrošak PA pređe je još manji i iznosi  $2,63 \pm 0,02$  do  $2,70 \pm 0,03$  mm. Ovi podaci upućuju na zaključak da se pri platiranju s dvije bitno različite pređe, uplitanja pređa bitno razlikuju i da bi za svaku pređu bilo potrebno odvojeno i prinudno dovođenje u zonu pletenja, ako konstrukcija stroja to omo-



Sl.5 Dijagrami sila/istezanje, u smjeru nizova očica (uzdužno), za desno-desna pletiva: a) za glatko pletivo, b) za djelomično platirno pletivo raporta platiranja 1+3, c) za djelomično platirno pletivo raporta platiranja 1+1 i d) za potpuno platirno pletivo

gućava. Na taj bi se način po potrebi ujednačile ili uskladile duljine uplitanja pređa u red pletiva i utjecalo na ravnomjernost strukture pletiva. Ovaj je zaključak bitan za pripremu izrade višestruko platirnog pletiva s više bitno različitih niti. Naime, često se suvremena rekreacijska odjeća izrađuje od višestruko platirnog pletiva, pri čemu su u jedan red upletene tri bitno različite pređe kao što su pamuk, PA i elasthan. Konstrukcija stroja mora biti takva da može uplitanje tri pređe u red pletiva i da svaka pređa ima svoju grupu pozitivnih akumulacijskih dovodnika. Sve ostale pojedinosti

mogu se regulirati na stroju prema zahtijevanoj strukturi pletiva i značajkama pređa.

Kao što je uočljivo, uplitanjem druge niti u red pletiva bitno se mijenja struktura pletiva, čija se promjena očituje u plošnoj masi. Glatko kulirno pletivo je najlaganije i ima plošnu masu  $166 \pm 3 \text{ g/m}^2$ . S djelomičnim platiranjem 1+3, plošna masa se povećala na  $183 \pm 4 \text{ g/m}^2$ , a kod platiranja 1+1 je još veća i iznosi  $200 \pm 5 \text{ g/m}^2$ . Najveća se masa dobije pri potpunom platiranju, tj. kada se red očica izrađuje s dvije pređe. U ovom slučaju plošna masa iznosi  $233 \pm 5 \text{ g/}$

$\text{m}^2$ . Ovo je značajna razlika u masi koja omogućava izradu rekreacijske odjeće za različite uzraste i namjene. Ovako velike promjene parametra strukture pletiva zasigurno će izazvati i velike razlike u rasteznim svojstvima izrađenih pletiva.

## 9. Rezultati i rasprava rasteznih svojstava pletiva

Rastezna svojstva pletiva mjerena su na dinamometru tvrtke Textechno, tip Statimat M. Radna brzina dinamometra je iznosila  $100 \text{ mm/min}$ . Radi jednolične strukture, za svaki osnovni uzorak pletiva provedeno je po 5 mje-



Tab. 4 Prekidna istezljivost i prekidna sila pletiva

Smjer opterećenja	Uzorci pletiva	Prekidna istezljivost (%)	Prekidna sila (N)
Poprečno	DDG	381	87
	DP 1+3	368	117
	DP 1+1	328	141
	DDPP	288	200
Uzdužno	DDG	50	437
	DP 1+3	54	445
	DP 1+1	65	496
	DDPP	75	525

renja u smjeru redova i 5 mjerenja u smjeru nizova očica, od kojih su dobiveni prosječni dijagrami sila/istezanje. Rezultati mjerenja su prikazani na sl.4 i 5 i tab. 4.

U primjeni ovakvih uzoraka pletiva značajna je rastezljivost pletiva u smjeru redova očica ili tzv. poprečna rastezljivost. Uočljivo je da je prekidna istezljivost u smjeru redova očica najveća kod glatkog pamučnog pletiva i iznosi 381 %. Kod platirnog pletiva 1+3 ona je manja i iznosi 368 %,

kod platiranja 1+1, još manja i iznosi 328 %, da bi kod potpuno platirnog pletiva bila 288 %. Znači, s platiranjem se smanjila prekidna istezljivost pletiva u smjeru redova očica za čak 24 %. Ovo je velika razlika koju treba koristiti u izradi sličnih proizvoda i različitih namjena. Prekidna istezljivost pletiva u smjeru nizova očica nije toliko zanimljiva kao istezljivost u smjeru redova očica. Znatno je manja i nalazi se u području 50 do 75 %. S većim istezanjem pletiva u smjeru redova očica dolazi do manjeg skraćivanja pletiva u smjeru nizova očica. Ovaj odnos treba prikladno koristiti pri konstrukciji (rekreacijske) odjeće. Analizirana se pletiva upotrebljavaju u izradi rekreacijske odjeće pa prekidne sile pletiva nisu toliko značajne za ova istraživanja i planirane primjene.

Iz dobivenih dijagrama sila/istezanje, (sl.4 i 5), očitane su točke  $T_1$  i  $T_2$  za koje se pretpostavlja da predstavljaju kraj elastičnog i početak plastičnog područja pri deformaciji pletiva, tab.5 i 6. Ove su točke i područja

veoma zanimljive za funkcionalnu primjenu elastične rekreacijske odjeće. Kao i u prethodnom slučaju, zanimljivo je elastično područje pri deformaciji u smjeru redova očica ( $\epsilon_{ep}$ ), koje je najveće kod pamučnog pletiva i iznosi 200 %. Postupnim platiranjem veličina elastičnog područja se smanjuje najprije na 180 %, potom na 160 % i kod potpuno platirnog pletiva iznosi 120 %. Udio elastičnog područja u ukupnoj istezljivosti kod pamučnog pletiva iznosi 52 %, a kod potpuno platirnog pletiva 42 %, ili prosječno  $47 \pm 5$  %. Za izradu odjeće namijenjene profesionalnim sportašima veoma često je zanimljivo područje na rubu elastičnosti i početka plastične deformacije ( $\epsilon_{pp}$ ), tj. do točke  $T_2$ . Ovo područje prosječno iznosi  $79 \pm 6$  % od ukupne istezljivosti pletiva. Za izradu kvalitetne rekreacijske odjeće posebno je zanimljivo područje između točke  $T_1$  i  $T_2$  i u ovim istraživanjima ono je veoma veliko i iznosi  $32 \pm 4$  %. Plastično područje je najmanje i iznosi  $21 \pm 6$  %.

Elastično područje pletiva opterećenog u smjeru nizova očica ( $\epsilon_{eu}$ ) je znatno manje u odnosu na smjer redova i iznosi svega 12 do 18 %, tab.6. Od ukupne istezljivosti ovo područje ujednačeno zauzima  $25 \pm 1$  %. S povećanjem raporta platiranja povećava se i područje do trajne deformacije koje iznosi 26 do 32 % ili prosječno  $47 \pm 5$  % od ukupnog iznosa istezljivosti. Ako se usporede pojedini udjeli u dijagramu sila/istezanje tada je uočljiva velika razlika u njihovoj zastupljenosti pri deformaciji pletiva u smjeru redova i nizova očica. Udio elastičnosti pletiva pri njegovom istezanju u smjeru redova očica iznosio je  $47 \pm 5$  %, a u smjeru nizova očica znatno manje, tj.  $25 \pm 1$  %. Udio istezljivosti do trajne deformacije u smjeru redova očica iznosi do  $79 \pm 6$  %, a u smjeru nizova  $47 \pm 5$  %. Prosječni udio elastičnosti pletiva opterećenog u smjeru redova očica iznosi  $47 \pm 5$  %, plastičnosti  $21 \pm 6$  % i udio između plastičnog i elastičnog područja  $32 \pm 4$  %. Iz analiziranih podataka je uoč-

Tab.5 Rezultati istezljivosti pletiva u smjeru redova očica - poprečno

Uzorci pletiva	$\epsilon_{ep}$ , %	$\Delta\epsilon_{ep}$ , %	$\epsilon_{pp}$ , %	$\Delta\epsilon_{pp}$ , %	$\Delta\epsilon_{pp} - \Delta\epsilon_{ep}$ , %	$\epsilon_{tp}$ , %	$\Delta\epsilon_{tp} - \Delta\epsilon_{pp}$ , %
DDG	200	52	300	79	27	381	21
DP 1+3	180	49	290	79	30	368	21
DP 1+1	160	49	280	85	36	328	15
DDPP	120	42	210	73	31	288	27
		$47 \pm 5$		$79 \pm 6$	$32 \pm 4$		$21 \pm 6$

$\epsilon_e$  – istezljivost ili produljenje pletiva do točke  $T_1$ , elastično područje, %;  $\epsilon_p$  – istezljivost ili produljenje pletiva do točke  $T_2$ , do početka plastičnog područja, %;  $\epsilon_t$  – istezljivost ili produljenje pletiva do trenutka trganja, %;  $\Delta\epsilon_e$  – udio elastičnog područja u odnosu na ukupno produljenje, %;  $\Delta\epsilon_p$  – udio do početka plastičnog područja u odnosu na ukupno produljenje, %;  $\Delta\epsilon_p - \Delta\epsilon_e$  – udio između točke  $T_1$  i  $T_2$ , %;  $\Delta\epsilon_t - \Delta\epsilon_p$  – udio između točke  $T_2$  i prekida, %; indeks  $p$  - označava smjer reda očica – poprečno

Tab. 6 Rezultati istezljivosti pletiva u smjeru nizova očica – uzdužno

Uzorci pletiva	$\epsilon_{eu}$ , %	$\Delta\epsilon_{eu}$ , %	$\epsilon_{pu}$ , %	$\Delta\epsilon_{pu}$ , %	$\Delta\epsilon_{pu} - \Delta\epsilon_{eu}$ , %	$\epsilon_{tu}$ , %	$\Delta\epsilon_{tu} - \Delta\epsilon_{pu}$ , %
DDG	12	24	26	52	28	50	48
DP 1+3	14	25	28	51	26	55	49
DP 1+1	16	25	30	46	21	65	54
DDPP	18	24	32	43	19	75	57
		$25 \pm 1$		$47 \pm 5$	$24 \pm 4$		$53 \pm 5$

Oznake kao kod tab.5, indeks  $u$  – označava smjer nizova očica - uzdužni smjer



ljivo da na plastični dio nastao pri deformaciji pletiva u smjeru nizova očica otpada  $53 \pm 5$  %, a u smjeru redova očica samo  $21 \pm 6$  %. Navedeni podaci ukazuju na bitne razlike u rasteznim svojstvima glatkih i platirnih pletiva i trebaju biti osnovna smjernica pri oblikovanju kroja funkcionalnog rekreacijskog odjevnog predmeta. Dobiveni podaci o rastezljivosti se koriste u različitim iznosima, ovisno o namjeni i svrsi pletiva.

## 10. Zaključak

U ovom istraživanju obrađena je tema rastezljivosti kulirnih desno-desnih pletiva izrađenih u platirnim prepletima. Na kružnopletačem dvoigleničnom stroju finoće E17 izrađena su tri uzorka pletiva u platirnim prepletima i jedan uzorak pletiva u glatkom kulirnom desno-desnom prepletu koji je bio temeljni uzorak za usporedbu s platirnim uzorcima pletiva. Platirni uzorci pletiva su izrađivani u potpuno platirnom prepletu te djelomično platirnim prepletima 1+1 i 1+3. Sva pletiva su namijenjena izradi rekreacijske ili sportske odjeće. Za pletenje su korištene pamučne jednostruke pređe nazivne finoće 20 tex i prekidne istezljivosti 4,7 % te PA filamentne pređe nazivne finoće 44 dtex i prekidne istezljivosti 28,7 %. Na temenju dobivenih rezultata može se zaključiti:

- Zbijenost očica u redu u izrađenim i analiziranim pletivima se nalazi u granicama od 10,1 do 10,8 oč./cm, a u nizu od 11,7 do 15,9 oč./cm, odnosno koeficijent zbijenosti očica se nalazi u granicama od 0,64 do 0,92.
- Utrošak niti u očici ovisi o načinu pletenje i dovođenju pređe iglama. Za pamučne pređe koje se dovode pozitivnim dovodnicima do zone pletenja, utrošak niti za obliko-

vanje očice iznosi  $3,16 \pm 0,01$  mm, a ako igle same povlače pređu tada je njen utrošak  $2,69 \pm 0,03$  do  $2,77 \pm 0,02$  mm. Utrošak PA filamentne pređe pri negativnom dovođenju je najmanji i iznosi  $2,63 \pm 0,02$  do  $2,70 \pm 0,03$  mm.

- Plošna masa ili masa četvornog metra pletiva značajno se razlikuje kod svih izrađenih uzoraka. Nalazi se u području 166 do 233 g/m<sup>2</sup>. Uočava se kontinuitet povećanja mase s brojem upletenih pređa u jedinicu raporta pletiva. Kad je u jedan red upletena samo jedna pamučna pređa finoće 20 tex, plošna masa pletiva iznosi 166 g/m<sup>2</sup>, a kad su upletene dvije pređe, jedna pamučna finoće 20 tex i jedna PA filamentna finoće 44 dtex, tada je plošna masa narasla na 233 g/m<sup>2</sup>.

- Kod svih izrađenih i analiziranih pletiva prekidna istezljivost u smjeru redova očica iznosi 288 do 381 % i znatno je veća od prekidne istezljivosti pletiva u smjeru nizova očica koja iznosi 50 do 75 %. Udio elastičnog istezanja pletiva u smjeru redova očica u odnosu na prekidnu istezljivost iznosi  $47 \pm 5$  %, a u smjeru nizova očica  $25 \pm 1$  %.

Ako bi se željela izraditi pletiva manjih rasteznih svojstava, tada bi trebalo koristiti jednoiglenične strojeve i desno- lijeve platirne preplete te po potrebi pređe drugačijih značajki. Pri izradi funkcionalne ženske rekreacijske ili sportske odjeće poželjno je imati podjednaku istezljivost pletiva u smjeru redova i nizova očica, a ona se može dobiti na osnovoprepletačim strojevima.

*Zahvala: Ovaj je rad financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom IP-2016-06-5278.*

## Literatura

- [1] Spenser D.: *Knitting Technology*, Pergamon Press, Oxford 1983.
- [2] Iyer Ch., Mammel B. i W. Schäch: *Rundstricken, Theorie und Praxis der Maschentechnik*, Meisenbach, Bamberg 1991.
- [3] Weber O.M., K.-P. Weber: *Wirkererei und Strickerei, Technologien, Bindungen, Produktionsbeispiele*, Deutscher Fachverlag, Moenchengladbach 2014
- [4] Vrljićak Z., Z. Dodig: Utjecaj značajki pređa i strojeva na parametre strukture kulirnih platirnih pletiva, *Tekstil* 60 (2011.) 6, 241-250
- [5] Gries T.: *Elastische Textilien*, Melliand, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt 2005
- [6] Knecht P.: *Funktionstextilien*, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt 2003
- [7] Knecht P.: *Technische Textilien*, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt 2006
- [8] Dalidović A.S.: *Osnovi teorije vjazanja*, Lehkaja industrija, Moskva 1970
- [9] Ray S.C.: *Fundamentals and Advances in Knitting Technology*, Institute of Jute and Fibre Technology, CPC, Kolkata 2011.
- [10] Termelloni A. i Ceriani L.: *Manuale di tecnologia per l'industria della maglia*, Gesto 1982.
- [11] Čunko R., M. Andrassy: *Vlakna*, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb 2010.
- [12] Vrljićak Z.: Rastezna svojstva desno-desnog pletiva, *Tekstil* 50 (2001.) 2, 87-94
- [13] Kowalski K.: *Identifikacija procesu dziania na szydelkarkach*, Polska Akademia Nauk, Oddzial w Lodzi, Komisja Wlokiennictwa, Lodz 2008.
- [14] Vrljićak Z.: Kritički osvrt na analizu parametara strukture kulirnih pletiva, *Tekstil* 48 (1999.) 4, 181-187
- [15] Čunko R.: *Ispitivanje tekstila*, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb 2011.

**SUMMARY****Stretchability of double knit plated fabrics  
for manufacturing recreational clothing***Ž. Pavlović, T. Sučić, Z. Vrljićak*

Four samples of double jersey plated fabrics were developed and analyzed, which are used in the production of recreational clothing. The first sample was made of cotton yarn with a count of 20 tex in plain double jersey structure. This sample served as a basis for comparing the structural parameters and stretch properties of the other samples made in plated structures. The second sample was made in partial plating with repeat 1+3. In this case all rows were made of cotton yarn with a yarn count of 20 tex, and in each fourth row a polyamide (PA) filament yarn with a yarn count of 44 dtex was inserted. The third sample of the knitted fabric was made in partial plating 1 + 1, i.e. the basic 20 tex cotton yarn is inserted into one row, and into the second row beside this yarn, the 44 dtex PA filament yarn is inserted. The fourth sample was made in complete plating, whereby only one 20 tex cotton yarn and only one 44 dtex PA filament yarn is inserted into each row of the knitted fabric. All the samples were made on a double-bed circular knitting machine with a machine gauge E17. The parameters of the knitted fabric structure and the stretch properties were analyzed.

**Key words:** knitted fabric, double knit, plated, analysis, stretchability

*University of Zagreb, Faculty of Textile Technology*

*Zagreb, Croatia*

*e-mail: zeljka.pavlovic@ttf.hr*

*Received April 12, 2017*

**Dehnbarkeit plattierter Rechts-Rechts-Maschenware  
für die Herstellung von Freizeitkleidung**

Vier Muster von plattierter Rechts-Rechts-Maschenware wurden entwickelt und analysiert, die für die Herstellung von Freizeitbekleidung verwendet werden. Das erste Muster wurde aus Baumwollgarn 20 tex in glatter Rechts-Rechts-Bindung angefertigt. Dieses Muster diente als Basis für den Vergleich der Strukturparameter und Dehnungseigenschaften der anderen Muster, die in plattierten Bindungen hergestellt wurden. Das zweite Muster wurde in Teilplattierung mit Rapport 1 + 3 hergestellt. In diesem Fall wurden alle Reihen aus Baumwollgarn mit einer Garnfeinheit von 20 tex hergestellt und in jeder vierten Reihe wurde ein Polyamidfilamentgarn (PA) mit einer Garnfeinheit von 44 dtex eingefügt. Das dritte Muster der Rechts/Rechts-Maschenware wurde in Teilplattierung 1 + 1 hergestellt, d.h. das Baumwollgrundgarn 20 tex wird in eine Reihe eingefügt, und in die zweite Reihe neben diesem Garn wird das 44 dtex PA Filamentgarn eingefügt. Das vierte Muster wurde in vollständiger Plattierung hergestellt, wobei je ein 20 tex Baumwollgarn und je ein 44 dtex PA Filamentgarn in jede Reihe des Gestricks eingefügt wurde. Alle Muster wurden auf einer Doppel-Bett-Rundstrickmaschine mit einer Maschinenfeinheit E17 hergestellt. Die Parameter der Maschenwarenstruktur und die Dehnungseigenschaften wurden analysiert.