

## Jednostavnije strukture elastičnih pletiva

Tea Jovanović, mag. ing. techn. text.  
Prof. dr. sc. Željko Penava, dipl. ing.  
Prof. dr. sc. Zlatko Vrljić, dipl. ing., u miru  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Zagreb, Hrvatska  
e-pošta: zeljko.penava@ttf.unizg.hr  
Prispjelo: 20. 6. 2021.

UDK 677.075  
Stručni rad

*Navedene su razlike u istezanju do prekida temeljnih struktura tkanina i kulirnih pletiva. Analiziran je dijagram sila/istezanje navedenih uzorka od početka istezanja pa do prekida. U dijagramima je navedena elastična deformacija materijala. Objašnjeni su razlozi i područja primjene elastičnog pletiva. Navedene su strukture i vlačna svojstva pređa za izradu elastičnih pletiva s posebnim naglaskom na strukture elastanskih pređa i njihova primjena u pojedinim područjima. Prikazani su osnovni prepleti kulirnih i osnovnih pletiva u izradi elastičnih pletiva. Povezane su strukture i finoće pređa sa prepletom i finoćom stroja na kojem se izrađuju elastična pletiva. Opisani su primjeri izrade metražnog elastičnog pletiva i elastične odjeće s malim udjelom šavova.*

**Ključne riječi:** pletivo, kulirno, osnovino, elastičnost, pređa, elasthan

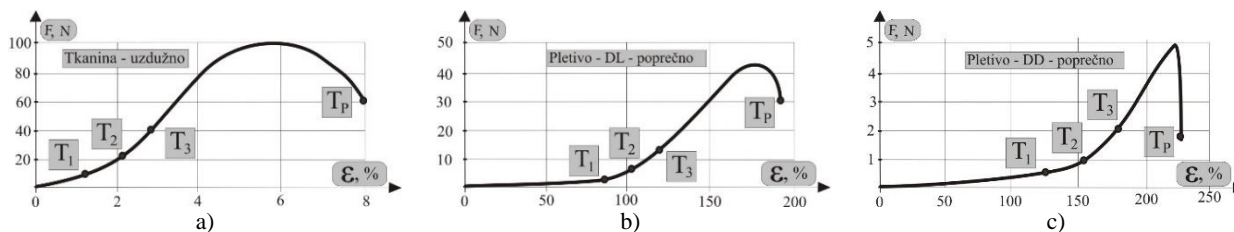
### 1. Uvod

Kada se analiziraju mehanička svojstva tekstilnih plošnih proizvoda tada se može konstatirati da su pletiva znatno istezljiviji materijali u odnosu na tkanine i netkane tekstilije. Sva tri navedena materijala različito se istežu pri uzdužnom i poprečnom jednoosnom opterećenju [1]. Zbog različitih područja primjene sve su češća istraživanja vrijednosti istezanja navedenih materijala pri statičkom djelovanju aksijalnog opterećenja pod određenim kutovima u odnosu na smjer osnove ili potke [2]. U mnogim slučajevima, kod ovakvih opterećenja istezanje je najveće. Kod klasičnih tkanina istezanje do prekida u uzdužnom i poprečnom smjeru iznosi do 20 % i vrlo se često malo razlikuje, (sl.1). Kod

pletiva je istezanje do prekida znatno veće i iznosi 50 do 400 %, a kod finih ženskih čarapa, u pojedinim slučajevima čak do 900 %. Materijali kod kojih istezanje do prekida iznosi više od 300 % često se grupiraju u hiperistezljive materijale [3].

Elastičnost je svojstvo čvrstih materijala da pod utjecajem vanjske sile mijenjaju svoj oblik ili volumen i da se nakon prestanka njezina djelovanja vraćaju u prvotani oblik. U istraživanju iznosa elastičnosti tekstilnih plošnih materijala koriste se različite standardne i nestandardne metode koje puno pomažu u izučavanju istezanja i elastičnosti ovih materijala i njihovoj primjeni u različitim područjima. Najčešće je u primjeni tzv. metoda trakastog uzorka [1, 4]. U primjeni ove metode iz materijala

se izreže uzorak širine 50 mm duljine oko 300 mm i isteže do prekida. Hvataljke uređaja za istezanje su šire od uzorka koji se isteže. Prilikom istezanja u paru se registrira iznos sile i istezanja koji se u vizualizaciji prikazu dijagramom sila/istezanje (sl.1). Kod pletiva velikog istezanja primjenjuje se metoda da se trakasti uzorak pri uzdužnom istezanju zahvati igličastim hvataljkama s bočnih strana i potom pletivo isteže do prekida. Kod cjevastih pletiva širine do 200 mm (čarape i fine ženske čarape) uzorci se ne izrezuju već se pletivo presavije po polovini i kao cjevasto ili četveroslojno isteže zadanom silom pri čemu se mjeri istezanje, ili se pletivo isteže do prekida. Kod elastičnih (cjevastih) pletiva širine 200 do 400 mm pletivo se savije u više slojeva i isteže



Sl.1 Klasični dijagrami sila/istezanje do prekida: a) tkanina, uzdužno – smjer osnove, b) pletivo, kulirno, desno-lijevo, poprečno – smjer redova očica, c) pletivo, kulirno, desno-desno, poprečno – smjer redova očica;  $T_1$  – pretpostavljeni kraj elastične deformacije,  $T_2$  - tjeme krivulje,  $T_3$  – pretpostavljeni početak plastične deformacije,  $T_p$  – točka prekida materijala

do prekida. U primjeni se još upotrebljavaju različite metode istežanja materijala (gdje ne dolazi do prekida) pomoću kojih proizvođači ili korisnici plošnog tekstila dobivaju značajne rezultate o istežanju materijala u području elastične deformacije, a koriste ih interno pri konstrukciji kroja (odjevnog) predmeta. Kod svih navedenih metoda dobiju se različiti podaci sile i istežanja pa se i dijagrami značajno razlikuju. Zbog toga je pored rezultata mjerenja poželjno navesti i primijenjenu metodu mjerenja.

Ako se u općim istraživanjima prihvati metoda istežanja tekstilnih plošnih proizvoda metodom trake tada se rezultati istežanja vizualizirani dijagramom sila/istežanje mogu analizirati po različitim kriterijima. Ovisno o cilju istraživanja, krivulja istežanja pletiva se može podijeliti u nekoliko područja. Prvo područje obuhvaća prvi dio dijagrama koji je približno linearan i proteže se od početka iste-

zanja (točka 0) do točke  $T_1$ . Pretpostavlja se da ovaj prvi dio dijagrama predstavlja elastičnu deformaciju materijala. U ovom području iznos istežanja materijala je znatno veći od iznosa porasta sile pa je kut krivulje malen. Iznos istežanja materijala u ovom području je značajan pri konstrukciji kroja klasične odjeće koja pri upotrebi ne pritišće tijelo. Pri izradi odjeće koja blago pritišće tijelo zanimljivo je područje od početka istežanja pletiva pa do tjemena krivulje sila/istežanje, tj. do točke  $T_2$ . Ovaj produženi dio krivulje od točke  $T_1$  do točke  $T_2$  je blago zaobljen pri čemu iznos sile značajnije raste od istežanja materijala. Područje istežanja materijala od točke  $T_1$  do točke  $T_2$  često je značajno pri izradi elastične odjeće koja kompresijski djeluje na tijelo 8 do 24 hPa (6 do 18 mmHg – elastično žensko rublje, preventivne kompresijske čarape, kupaći kostimi, sl.2). Kod izrade kompresijskih čarapa i steznika zanim-

ljivo je područje istežanja sve do početka trajne deformacije pletiva tj. od početka istežanja (točka 0) pa do točke  $T_3$ . Nakon točke  $T_3$  krivulja sila/istežanje također je vrlo često linearna pa se pretpostavlja da oko točke  $T_3$  počinje plastična deformacija materijala. Odnos iznosa sile i istežanja između točke  $T_1$  i točke  $T_3$  je značajan pri izradi kompresijskih čarapa različitog stupnja kompresije, elastičnih steznika i različitih medicinskih proteza za invalidne osobe. Nakon točke  $T_3$  pa sve do najveće sile opterećenja materijala oblik krivulje sila/istežanje je približno linearan pri čemu je za mali iznos istežanja potrebna znatno veća sila pa je kut krivulje na ovom području znatno veći nego kod prve dionice dijagrama (od točke 0 do  $T_1$ ). Odnos sile i istežanja u plastičnom području, tj. nakon točke  $T_3$  je zanimljiv u izradi steznika za dizače utega i tehničke opreme invalida, vatrogasaca, planinara, alpinista i dr. [5-7].



Sl. 2. Primjena pletiva velikog istežanja: a) klasične čarape s gaćicama, b) preventivske čarape s gaćicama za punije osobe, c) elastične dugačke hlače, d) sportska majica, e) kupaći kostim

Kako je uočljivo, već prema namijeni i željenoj kvaliteti proizvoda biti će zanimljivi pojedini dijelovi dijagrama sila/istezanje materijala. Kod jednostavnijih analiza dijagram se podijeli na dva dijela. Prvi dio dijagrama je od početka istežanja pa do točke tjemena krivulje (od točke 0 do  $T_2$ ). Drugi dio dijagrama je od točke tjemena krivulje pa do točke prekida materijala (od točke  $T_2$  do  $T_p$ ). Kod detaljnijih istraživanja krivulja se može podijeliti u tri ili više dijelova. Prvi dio je najčešće od početka istežanja pa do pretpostavljenog kraja elastične deformacije (od točke 0 do  $T_1$ ). Drugi dio se nalazi između točke  $T_1$  i  $T_3$  i često se naziva elastoplastično područje. U ovom području materijal prelazi iz elastičnosti u plastičnost, tj. dolazi do pojave trajne deformacije dijela strukture materijala. Treće područje se nalazi između točke  $T_3$  i  $T_p$  i pripada trajnoj deformaciji materijala. Udijeli istežanja u tri navedena područja su različiti za pojedine materijale i smjerove istežanja. Tako primjerice pri izradi finih ženskih čarapa s gaćicama, pletivo koje priliježe uz nogu u dijelu prepona ima istežanje do prekida i do 800 %. Udio prvog dijela, tj. od početka istežanja pa do kraja elastične deformacije (od točke 0 do  $T_1$ ) iznosi oko 50 %, udio između točke  $T_1$  i  $T_3$  oko 20 % a udio od točke  $T_3$  do točke  $T_p$  oko 30 %. Pojedini navedeni udjeli se značajno razlikuju pa ih je poželjno odvojeno analizirati

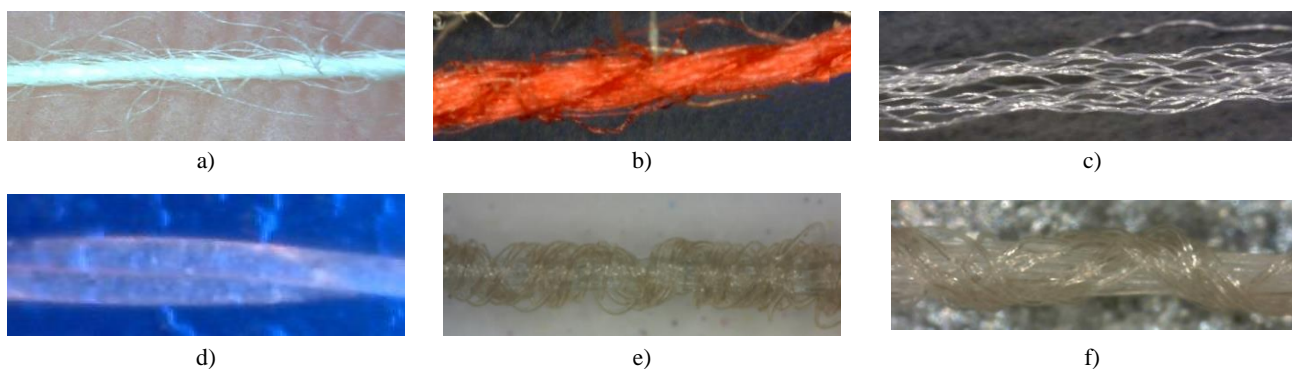
kao i promjenu pojedinih parametara strukture pletiva u navedena tri područja.

## 2. Pređe za izradu elastičnih pletiva

U izradi elastičnih pletiva upotrebljava se nekoliko vrsta pređa (sl.3) uz obaveznu primjenu elastičnih pređa. Red očica najčešće oblikuju dvije pređe. Prva je temeljna, a druga elastična koja daje pletivu povećanu elastičnost. Temeljne pređe mogu biti izrađene od prirodnih vlakana poput pamuka, vune, lana i dr. [8]. Ovisno o namjeni proizvoda pređe mogu biti jednostruke ili končane. Elastični steznici za zglobove (gležanj, koljeno, zapešće, lakat), namijenjeni starijim osobama, najčešće imaju u strukturi temeljnu pamučnu ili vunenu pređu te golu elastičnu pređu. U ovakvim proizvodima udio elastične pređe iznosi 5 do čak 20 %. Slični steznici za sportaše, umjesto pamučnih ili vuninih pređa upotrebljavaju PA ili PES multifilamentnu pređu također u kombinaciji s elastičnom pređom [9]. U posljednje vrijeme slične se kombinacije pređa upotrebljavaju u izradi muških, ženskih i dječjih različitih pulovera, vesti, prsluka, dolčeviti. Kod ovih proizvoda elastične pređe su znatno finije u odnosu na temeljne pređe pa njihov udio iznosi 2 do 5 %. Za mnoge rekreacijske odjevne predmete kao temeljna pređa može biti upo-

trijebljena PA ili PES pređena ili multifilamentna u kombinaciji s elastičnom pređom [10].

Elastične pređe omogućuju pletivu povećanu elastičnost. Pored elastičnosti pletivo treba imati i određeni stupanj udobnosti pri nošenju ali i funkcionalnost u višekratnoj upotrebi. Zbog toga se izrađuju različiti oblici elastičnih pređa od kojih su najčešće u upotrebi tri oblika: gola, jednostruko omotana i dvostruko omotana. Gole elastične pređe pretežno se upotrebljavaju pri izradi pletiva za odjevne predmete, a omotane u izradi različitih oblika čarapa, steznika i nogavica (sl.4). Gola elastična pređa velike finoće često se upotrebljava u kombinaciji s pamučnom jednostrukom pređom pri izradi elastičnog pletiva za žensko rublje. Temeljna pređa je pamučna finoće 14 ili 17 tex, a elastična finoće 33 ili 44 dtex, i platira u svakom, ili svako drugom, trećem ili četvrtom redu. Omotane elastične pređe u jezgri imaju elastična vlakna koja se omataju PA ili PES multifilamentnim, glatkim ili teksturiranim pređama. Za posebne namjene elastična jezgra se omata efektinim pređama od prirodnih vlakana. Jednostruko omotana elastična pređa upotrebljava se u izradi finih ženskih čarapa s gaćicama blage kompresije (7 do 13 hPa – 5 do 10 mmHg). Temeljna pređa je PA teksturirana finoće 20 do 60 dtex, a elastična jednostruko omotana finoće npr. 44/33/20 dtex.



Sl.3 Pređe za izradu elastičnih pletiva: a) jednostruka pamučna, b) končana pamučna, c) multifilamentna PA, d) elastična gola, e) elastična jednostruko omotana, f) elastična dvostruko omotana





Sl.4 Odjevni predmeti izrađeni od elastičnog pletiva: a) ženska potkošulja s gaćicama (bodi) izrađena sa 97 % PA i 3 % elastana, b) ženska potkošulja s gaćicama izrađena s pamučnom pređom finoće 17 tex i elastanskom pređom finoće 33 dtex, udio pamuka 95 % i elastana 5 %, c) ženske zimske gaće izrađene s vunenom pređom finoće 14 tex (veoma velika finoća vlakana - 14  $\mu$ m) i elastanskom pređom finoće 44 dtex, udio vune 90 % i elastana 10 %, d) ženske preventivne čarape s gaćicama izrađene s PA multifilamentnom pređom finoće 60 dtex i elastanskom jednostruko omotanom pređom finoće 56/33/17 dtex

Obje pređe istovremeno oblikuju red očica. Dvostruko omotane pređe pretežno se upotrebljavaju kod izrade kompresijskih čarapa. Čarape manjeg stupnja kompresije (25 do 35 hPa) izrađuju se finijim temeljnim i elastanskim pređama. Za postizavanje veće kompresije (35 do 65 hPa) upotrebljavaju se grublje pređe [11,12].

Pređe se izrađuju različitim tehnikama pređenja pa međusobno imaju drugačiju strukturu, a time i ostala fizikalno-mehanička svojstva. Pamučne jednostruke pređe izrađene na prstenastim predilicama imaju istezanje do prekida 5 do 8 %, končane 3 do 6 %, vunene 8 do 15 %, PA teksturirane 20 do 30 %, elastanske 200 do 900 %. Za izradu kvalitetnog pletiva, pri dovođenju pređa od namotka do pletačkih igala, upotrebljavaju se prikladni dovodnici kojima se regulira sila dovođenja pređe. Veličinom vlačne sile elastanske pređe na ulazu u zonu pletenja regulira se iznos istezanja pređe, a time i veličina elastične deformacije pletiva ili kompresije pletiva na podlogu pri određenom istezanju [13].

### 3. Temeljni prepleti u izradi elastičnih pletiva

Pletiva se dijele na kulirna i lančana (osnovina). S obzirom na pri-

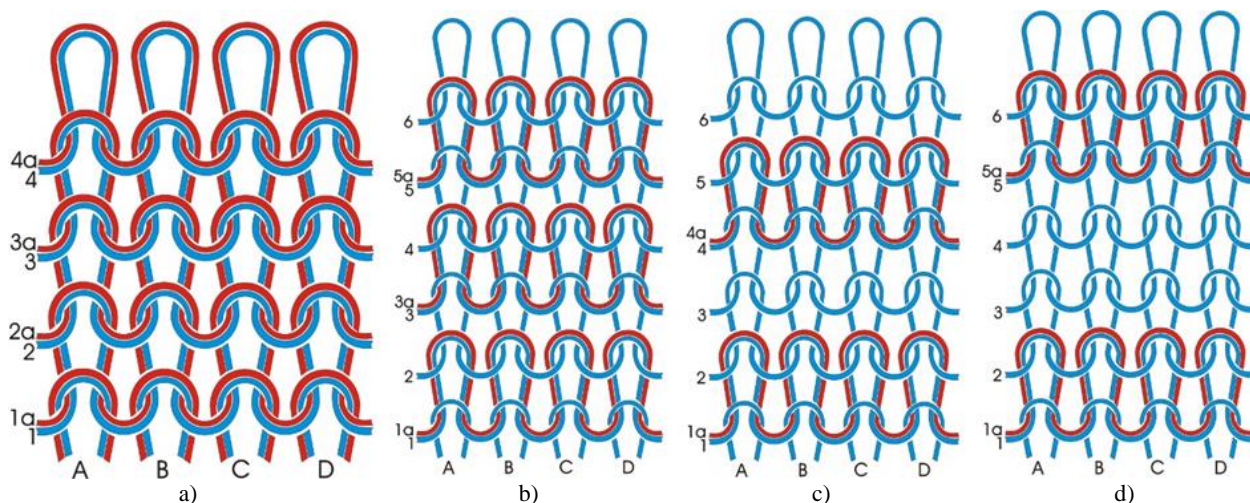
premu pređe za izradu pletiva, kulirna pletiva izrađuju se na jednostavniji način u odnosu na lančana pletiva. Pređa se dovodi sa namotka u zonu pletenja gdje se izrađuje red po red pletiva. Glavna odlika ovakvih pletiva je da se iz njih niti jednostavno izvlače ili paraju. Postoje različite konstrukcije strojeva za izradu kulirnih pletiva koji su znatno jednostavniji za upotrebu, a time i jeftiniji pa je i zbog ovog razloga na tržištu veći udio kulirnih u odnosu na osnovina elastična pletiva. Na strojevima za izradu kulirnih pletiva jednostavnije se i ekonomičnije izrađuju manje serije, a ponekad i komadi pletiva ili cijeli odjevni predmet (čarape, rukavice, prsluci, puloveri, majice, kape, šalovi) [14]. Osnovoprepletači strojevi izrađuju pletiva od osnove koja je nasnovana na osnovino vratilo, kao kod tkanja pa su konstrukcije ovakvih strojeva znatno složenije. Strojevi imaju velike proizvodne učinke te na njima nije ekonomično izrađivati malene serije ili pojedinačne proizvode. Na ovakvim strojevima izrađuju se elastična pletiva za kupaće kostime, fino žensko rublje, sportsku, umjetničku i bolesničku odjeću te dr. [13,15]. Na novijim konstrukcijama strojeva izrađuju se bešavni odjevni predmeti poput ženskih čarapa s gaćicama te sportska i re-

kreacijska odjeća. Za izradu ovakvih proizvoda u većini slučajeva temeljna pređa je PA multifilamentna, a platirna je elastanska [13,16,17].

#### 3.1. Kulirni desno-lijevi prepleti u izradi elastičnih pletiva

Za izradu elastičnih kulirnih pletiva najčešće se upotrebljavaju jednoiglenični kružnopletači strojevi na kojima se izrađuju desno-lijeva pletiva u različitim prepletima [13,14]. Za izradu elastičnih jednostavnijih struktura pletiva najčešće se upotrebljavaju dva prepleta: platirni i podstavni. Kod izrade pletiva u temeljnom platirnom prepletu jedan red očica oblikuju dvije pređe (sl.5). Prva je temeljna, a druga platirna koja je elastanska. Ovakav se preplet vrlo često upotrebljava u izradi pletiva za različite majice, gaće, potkošulje, elastične hlače različitih dužina nogavica i dr.

Pored temeljnog platirnog prepleta često je u upotrebi i djelomično platirni preplet 1+1. U izradi ovakvog pletiva elastanska se pređa upliće u svaki drugi red. Ova dva prepleta veoma su česta, u različitim kombinacijama, pri izradi sličnih proizvoda. Primjerice, pri izradi elastičnog pletiva za ženske potkošulje, kao temeljna upotrijeblje-



**Sl.5** Kulirni desno-lijevi platirni prepleti za izradu elastičnih pletiva: a) temeljni, b) djelomično platirni 1+1, c) djelomično platirni 1+2, d) djelomično platirni 1+3; 1, 2, 3 ... temeljna pređa, 1a, 2a, 3a, ... platirna (elastanska) pređa, A, B, C, ... nizovi očica

na je pamučna pređa finoće 17 tex, a elastanska 33 dtex. Da se izradi pletivo sličnih značajki umjesto elastanske pređe finoće 33 dtex može se u svaki drugi red uplesti elastanska (grublja) pređa finoće 44 dtex. Ako se želi povećati elastičnost pletiva tada se u ovim kombinacijama umjesto pamučne pređe finoće 17 tex može upotrijebiti pređa finoće 14 tex. Ove i slične kombinacije mogu se primijeniti i pri upotrebi djelomično platirnog prepleta 1+2 i 1+3. Elastanska se pređa dovodi u zonu pletenja sa silom 1 do 4 cN. Regulacijom iznosa vlačne sile elastanske pređe pri njenom dovođenju u zonu pletenja utječe se na iznos elastičnosti pletiva. Navedene i slične kombinacije vrlo su česte u izradi elastičnih pletiva na različitim konstrukcijama strojeva. Novije konstrukcije strojeva upotrebljavaju pozitivne, suvremene dovodnike niti koji imaju veće preciznosti regulacije vlačnih sila pojedinih pređa čime je omogućena izrada ravnomjernije strukture pletiva. Zbog navedenih razloga na starijim konstrukcijama strojeva nije jednostavno izraditi jednoličnu strukturu elastičnog pletiva. Zbog toga se na starijim konstrukcijama strojeva vrlo često izrađuju slična platirna elastična pletiva koja se u procesu oplemenjivanja tiskaju različitim višeboj-

nim uzorcima te se na taj način prekrivaju nejednolične strukture pletiva dobivene pletenjem. Ovakva se pletiva često upotrebljavaju za ženske elastične hlače dugačkih nogavica.

U suvremenom svijetu sve je veća primjena elastičnih pletiva pa se prema području primjene izrađuju određene strukture pletiva. Klasična elastična metražna pletiva za fino žensko rublje izrađuju se na strojevima finoće E20, E24 i E28. Temeljna pređa je pamučna finoće 14 do 20 tex. Veoma fina elastična pletiva za žensko rublje izrađuju se na strojevima finoće E32 i E44 (i finijim), pri čemu je temeljna pređa PA multifilamentna finoće 56 do 110 dtex. U svijetu, najfinije pletivo iz ove grupacije je izrađeno na kružnopletačem jednoigleničnom stroju ultra finoće E80 pri čemu je temeljna pređa PA multifilamentna finoće 22/20 dtex, a elastanska gola Lycra finoće 15 dtex [17, 18]. Zbog ekstremno velike finoće stroja pletivo ima gustoću očica u redu i nizu 40/60/cm i relativno maleno skupljanje pletiva nakon skidanja sa stroja i relaksacije koje iznosi 25 % pri čemu plošna masa iznosi oko 150 g/m<sup>2</sup> i zapreminska masa oko 0,4 g/cm<sup>3</sup>. Ovakvo se pletivo u procesu oplemenjivanja boji i potom pretežno upotrebljava u izradi finog elastičnog ženskog rub-

lja. Kod izrade odjeće iz ovakvog veoma finog i zbijenog pletiva potrebno je pomno izabrati finoće i oblike šivaćih igala i prilagoditi rad šivaćih strojeva kako ne bi pri šivanju došlo do oštećenja pletiva i pojave rupica oko šavova. Za izradu suvremenih elastičnih pletiva za rublje, pored pamučnih sve se više upotrebljavaju pređe od drugih vlakana (tencel, modal, mikro-modal) izrađene različitim tehnikama predenja (prstenasta, rotor-ska, aerodinamička).

Za hladnija područja upotrebljavaju se elastična masivnija pletiva. Ovakva pletiva se izrađuju na strojevima finoće E12, E14, E16 i E18, s temeljnim pređama finoće 25 do 44 tex. U ovoj skupini karakteristično je pletivo namijenjeno za mušku majicu dugačkih rukava koje se izrađuje pamučnom pređom finoće 28 tex i elastanskom pređom 44 dtex ili pamučnom končanom pređom finoće 20 tex x 2 i elastanskom pređom 44 dtex. Mnogi drugi uzorci koji se nalaze na tržištu nastali su u određenom podneblju koje ima svoju kulturu i tradiciju. Uzorci su izrađeni na različitim konstrukcijama strojeva i kombinacijama navedenih prepleta, finoća i struktura pređa.

Prevenijske kompresijske čarape također spadaju u elastična kulirna desno-lijeva pletiva koja se često



upotrebljavaju i ostvaruju kompresiju na nogu od 7 do 25 hPa [19]. Nisu obavezne za upotrebu i korisnik ih najčešće samoinicijativno upotrebljava bez konzultacije s liječnikom. One se preporučuju u određenim radnim i životnim uvjetima. U početku upotrebe žene najčešće upotrebljavaju čarape niže kompresije koja iznosi 7 do 15 hPa. Nakon nekoliko godina upotrebe ovakvih čarapa, žene upotrebljavaju čarape povećane kompresije, najčešće od 15 do 25 hPa. Krupnije žene i žene koje se intenzivnije bave rekreacijom te trudnice već od početka upotrebljavaju čarape više kompresije, tj. od 15 do 25 hPa. Udobnost u čarapama određenog iznosa kompresije je individualna i subjektivna te ovisi o nizu parametara. Muškarci koji svoje poslove pretežno obavljaju stojeći, poput stomatologa, kirurga, trgovaca, listonoša, šumara i dr. često upotrebljavaju preventivne kompresijske čarape dokoljenke. I u ovom slučaju iznos udobne kompresije je subjektivan. Sve navedene čarape pretežno se izrađuju u prethodno navedenom temeljnom platirnom prepletu. Strojevi koji izrađuju ovakve čarape najčešće pletu sa dva ili četiri pletača sustava, tj. jedna se pređa upliće u svaki drugi ili četvrti red očica, a ostale pređe zadržavaju strukturu elastičnom.

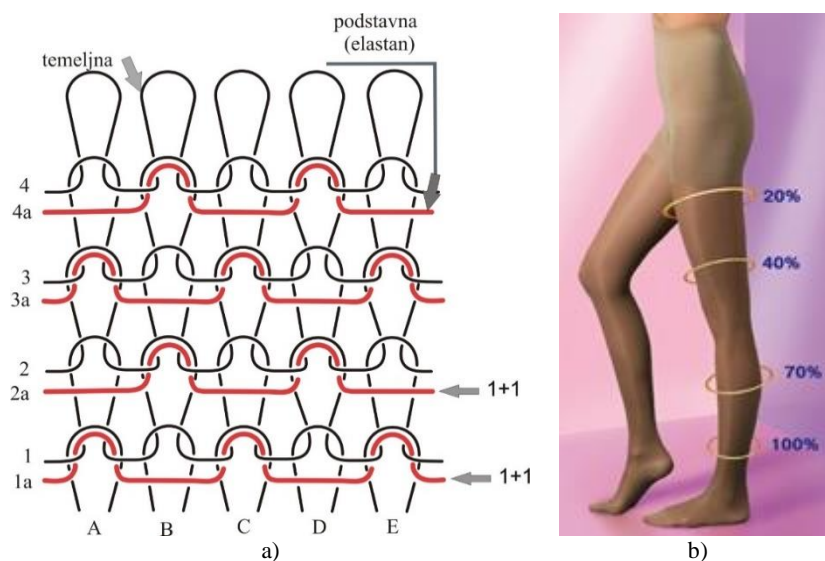
Kompresijske čarape ostvaruju znatno veću kompresiju na nogu, od 24 do 65 hPa (18 do 49 mmHg), pa i veću [20]. Kompresijske čarape najčešće preporučuju liječnici za liječenje određenih bolesti, npr. kronične venske insuficijencije pa su one najčešće terapijske. Ovisno o stupnju venske insuficijencije i statusu bolesnika, kompresijske se čarape upotrebljavaju u jednom od četiri stupnja kompresije. U prvom ili najmanjem stupnju kompresije čarapa pritišće tkivo sa 24 do 34 hPa (1 hPa  $\approx$  1 g/cm<sup>2</sup>; ili

24 do 34 g/cm<sup>2</sup>) kod četvrtog stupnja ili vrlo jake kompresije čarapa pritišće tkivo 55 do 65 hPa (55 do 65 g/cm<sup>2</sup>). Nakon preporuke liječnika za upotrebu kompresijske čarape redovito se obavlja kontrola učinka čarape ili ukupne terapije. Osnovni zadatak kompresijske čarape kod liječenja venske insuficijencije je da stisne tkivo, a time i krvne žile u kojima će na taj način omogućiti normalni krvotok od stopala nogu prema srcu. U mnogim terapijama čarape se nose najčešće preko cijelog dana, a prije spavanja (noću), čarape se skidaju jer je tijelo u vodoravnom položaju. Da bi kompresijska čarapa mogla obaviti terapijski zadatak ona treba pri upotrebi ostvariti zadanu kompresiju ne odstupajući više od -5%. Ovo je vrlo značajan zahtjev koji se stavlja pred konstruktore ovakvih čarapa. S prethodno navedenim platirnim prepletima vrlo je teško ostvariti navedene zahtjeve zbog toga se u izradi ovakvih čarapa najčešće primjenjuje obični podstavni preplet (sl.6). Temeljna pređa je najčešće PA multifilamentna finoće 44/13 do 235/34 dtex (40 do 210 den) kojom se oblikuju očice, a podstavna je elastanska dvostruko omotana finoće 44/33/10 dtex x 2 do 156/13/4 dtex x 2 koja djelo-

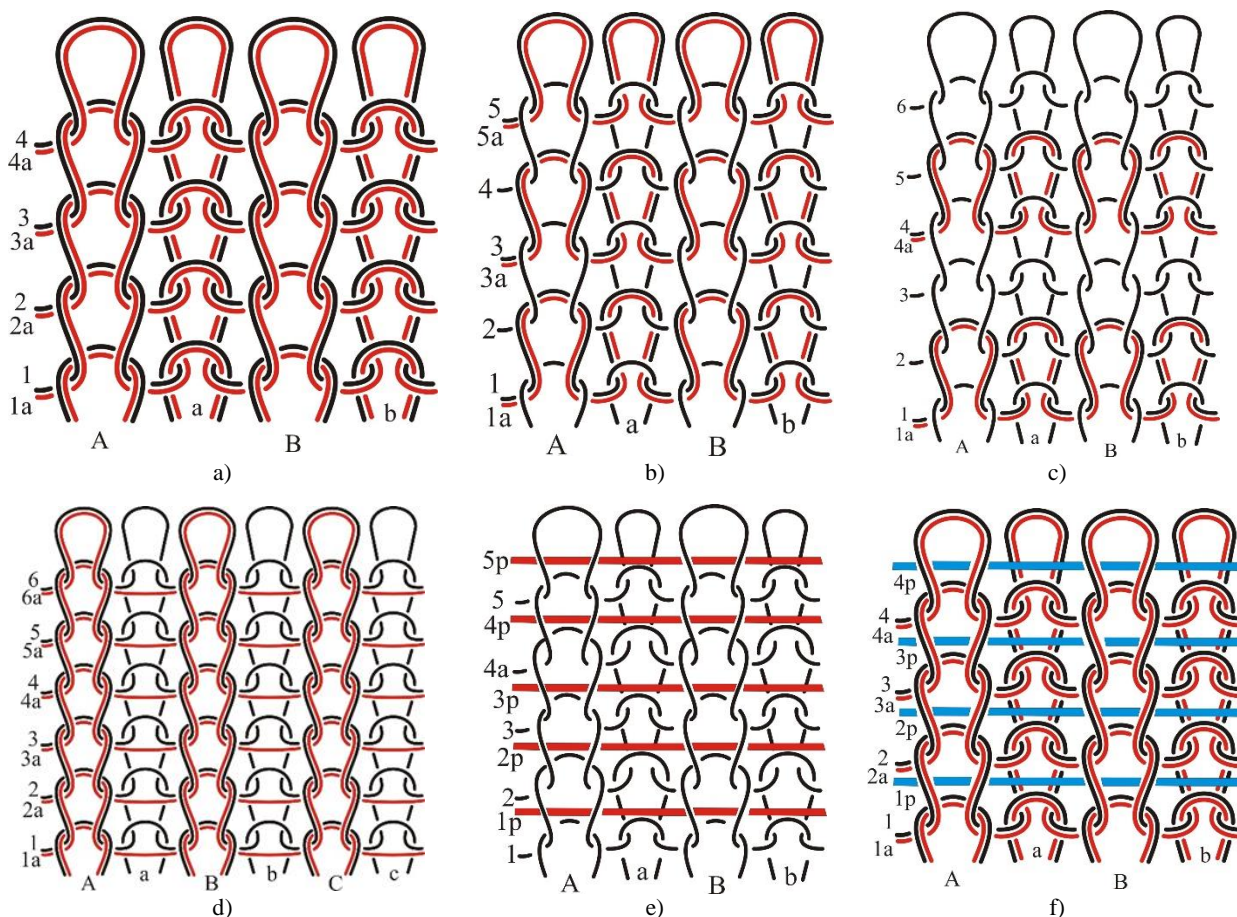
mično liježe potku i sidri na svako drugoj očici. Različitim kombinacijama finoća i struktura temeljne i podstavne pređe te njihovim uplitanjem u red pletiva ostvari se kod zadanog istežanja pletiva željena kompresija na pojedinom dijelu noge. Pletenje s grubljim pređama omogućuje veći stupanj kompresije čarape na nogu. Navedena struktura kompresijske čarape omogućuje uspješno provođenje terapije. Nakon godinu dana upotrebe ili dvadesetak pranja povećava se puzanje, a time i istežanje materijala pri čemu opada zadana kompresija čarape na nogu. Pri ispravnoj i uobičajenoj upotrebi korisnici godišnje trebaju jedan do dva para ovakvih čarapa.

### 3.2. Kulirni desno-desni prepleti u izradi elastičnih pletiva

U desno-lijevim kulirnim prepletima izrađuju se laganija pletiva koja se često upotrebljavaju za izradu rublja pa je i to jedan od razloga što se još uvijek znatno više primjenjuju nego desno-desni u izradi elastičnih pletiva. Međutim, svjetski trendovi mode zahtijevaju sve veću primjenu elastičnih desno-desnih pletiva i u izradi



Sl.6 Kulirni desno-lijevi podstavni preplet u izradi kompresijskih čarapa: a) preplet, b) kompresijske čarape s gaćicama; 1, 2, 3 ... temeljna pređa, 1a, 2a, 3a, ... platirna (podstavna, elastanska) pređa, A, B, C, ... nizovi očica



Sl.7 Kulirni desno-desni platirni prepleti za izradu elastičnih pletiva: a) temeljni, b) djelomično platirni 1+1, c) djelomično platirni 1+2, d) jednostrano platirni, e) temeljni s potkom, f) platirni s potkom; 1, 2, 3 ... temeljna pređa, 1a, 2a, 3a, ... platirna (elastanska) pređa, 1p, 2p, 3p, ... potka, A, B, C, ... nizovi očica

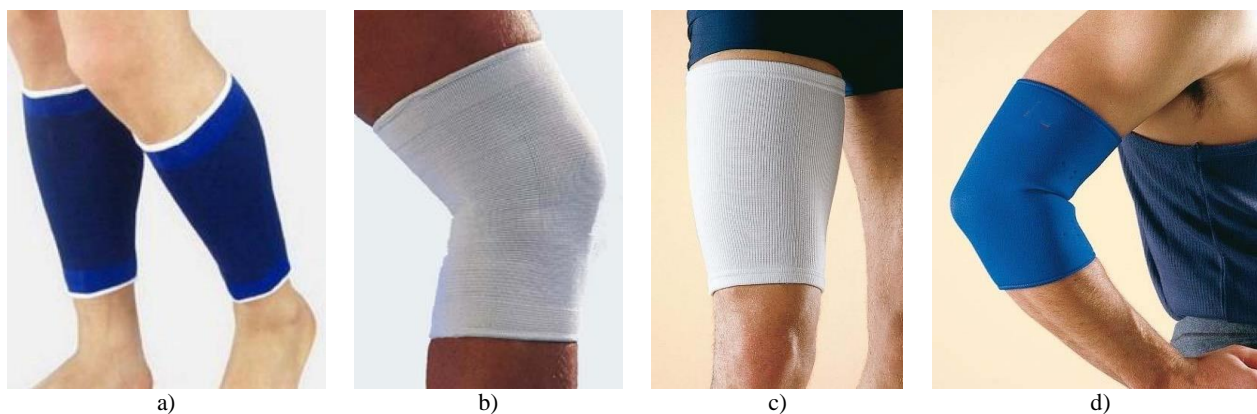
gornjih odjevnih predmeta pa je neminovno da se ovakva pletiva sve više izrađuju. Kao i kod desno-lijevih pletiva tako i u ovoj skupini najveća primjena elastičnih pletiva se očituje u odjeći koja direktno priliježe uz kožu tijela. U izradi ovakvih pletiva, također se kao i kod desno-lijevih, najviše upotrebljavaju temeljni platirni preplet, potom djelomično platirni 1+1 ili 1+2 te jednostrano platirni preplet kao i različite kombinacije navedenih prepleta (sl.7) [13,14]. Elastična pletiva izrađena u kulirnim platirnim desno-desnim prepletima se upotrebljavaju za izradu različite donje odjeće kao što su potkošulje, gaće, majice dugačkih rukava, ali i sve više puloveri, veste, gaće i hlače s dugačkim nogavicama, haljine, suknje, kompresijske čarape većeg stupnja kompresije, steznici za koljena, gležnjeve, laktove i dr.

Temeljni platirni desno-desni preplet upotrebljava se u izradi pletiva za mušku zimsku potkošulju dugačkih rukava. Temeljna pređa je pamučna finoće 20 tex, izrađena na prstenastoj predilici, a elastanska finoće 44 dtex. Pletiva se izrađuju na kružnopletaćim dvoigleničnim strojevima finoće E20 ili E24. Za izradu rekreacijskih potkošulja ili majica, umjesto pamučne upotrebljava se pređa izrađena od tencel vlakana aerodinamičkim postupkom pređenja. Ovaj temeljni preplet također se upotrebljava i kod izrade pulovera i prsluka na ravnopletaćim dvoigleničnim strojevima finoće E10 ili E12. Temeljna pređa je vunena, često finoće 72 tex, a platirna (elastanska) 50 dtex. Prsluk navedene strukture ima konstrukcijske izmjere da ležerno ne pada nego blago pritišće uz tijelo. Pri primjeni pamučnih ili vunениh končanih pređa finoće

36 tex x 2 do 44 tex x 2 prikladno je upotrijebiti elastansku pređu finoće 78 dtex, ili u djelomično platirnom prepletu 1+1 ili 1+2, elastansku pređu finoće 100 dtex. Vrlo ugodna struktura pletiva se dobije ako se upotrijebi višestruko platirni preplet pri čemu red očica oblikuju tri pamučne pređe finoće po 20 tex, a platiranje se obavi u svakom trećem redu s elastanskom pređom finoće 135 dtex.

Desno-desna pletiva se izrađuju na dvoigleničnim ravnim ili kružnim strojevima pa postoje različite mogućnosti platiranja koje se ne mogu obaviti na jednoigleničnim strojevima. Za izradu različitog zimskog rublja upotrebljavaju se jednostrano platirna pletiva kod kojih se elastanska pređa nalazi samo na jednoj površini pletiva (sl.7d). Ovakva struktura se dobije pri radu svih igala sa temeljnom, najčešće pamučnom pređom, a ig-





Sl.8 Jednostavni elastični steznici za zglobove i mišiće izrađeni u kulirnim desno-desnim prepletima s potkom:  
a) za mišiće potkoljenice, b) za koljeno, c) za mišiće natkoljenice, d) za lakat

le samo jedne iglenice pletu s elastanskim pređama. Pamučne pređe imaju istezanje do prekida do 8 %, a elastanske preko 200 % pa se za dovodjenje pamučnih pređa od namotka do zone pletenja koristi jedan tip dovodnika, a za elastanske drugi, bitno različiti tip. Površina u kojoj se nalazi elastanska pređa oblikuje lice pletiva, tj. elastanska pređa nije u kontaktu sa kožom ljudskog tijela, a naličje s pamučnom pređom naliže na tijelo što čini majicu udobnom u upotrebi. Jedan dio rekreacijskih majica dugačkih rukava se oblikuje u jednostrano platirnom kombiniranom prepletu. Temeljna podloga se oblikuje s pređama finoće 20 tex izrađenim od tencel vlakana, a jednostrano platiranje se obavi u svako drugom redu elastanskom pređom finoće 50 dtex i u svako drugom redu PA multifilamentnom pređom finoće 78 dtex. Primjenom pređa različitih finoća, sirovinskih sastava i struktura izrađuju se mnoga pletiva namijenjena modernoj rekreacijskoj i sportskoj odjeći te odjeći za hladnije dane. Ovakvu strukturu pletiva mogu izrađivati suvremeni strojevi koji koriste tri bitno različite grupe dovodnika [21].

Dvoiglenični strojevi imaju velike mogućnosti u radu s potkom preko cijele širine stroja (pletiva) ili u djelomičnom lijeganju (sl.7e). Za izradu kulirnih pletiva s potkom, stroj ima posebnu konstrukciju koja omogućuje polaganje potke

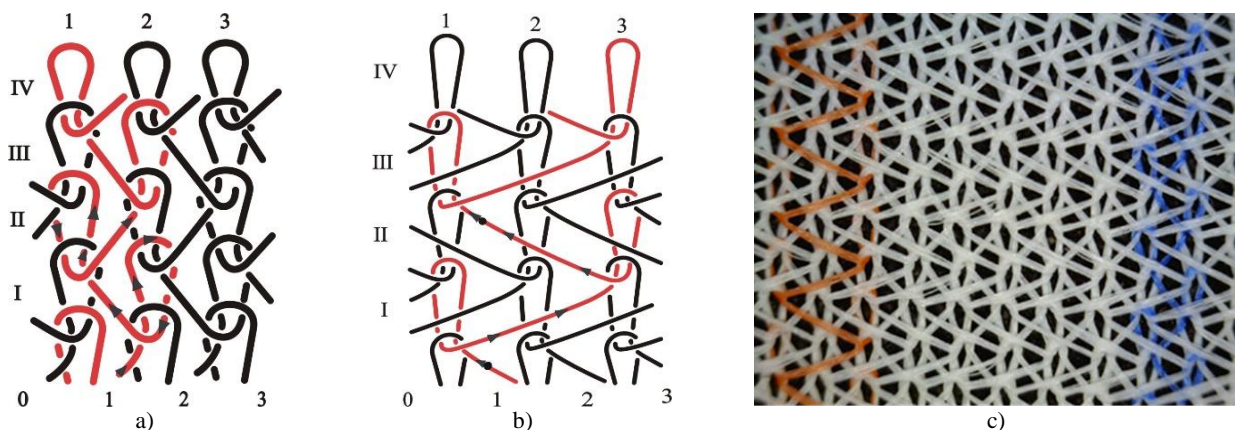
između očica koje nastaju na dvije iglenice. Najjednostavnija primjena ovog prepleta je u izradi jednostavnih elastičnih bešavnih steznika za zglobove i mišiće (sl.8). Steznici se izrađuju na kružnopletačim dvoigleničnim strojevima promjera iglenica 100, 115 ili 125 mm (4; 4,5 ili 5 e<sup>4</sup>), finoće E12 ili E14. Steznici za starije osobe se izrađuju s temeljnom vunom ili pamučnom pređom te luksuznim pređama od prirodnih vlakana, a elastanka pređa se polaže kao potka. Temeljne pređe su često jednostruke finoće 44 do 72 tex, a elastanske 42 do 124 tex. Strojevi pletu s dva ili četiri pletača sustava, tj. istovremeno se upliću dvije ili četiri elastanske pređe u isto toliko redova očica. Da se pri puknuću elastanske pređe donekle suzbije slabljenje elastičnosti pletiva, kod malo kvalitetnijih steznika upotrebljava se efektna elastanska pređa s petljicama na površini pređe koje otežavaju istezanje pređe iz pletiva. Jezgra ova kve pređe je izrađena elastanskim vlaknima, a omotač pređom od prirodnih vlakana. Još kvalitetniji steznici i udobniji za upotrebu izrađuju se u višestrukome platiranju temeljnom pređom (sl.7f). Jedan red oblikuju dvije do pet jednostrukih pređa različitih finoća i sirovinskih sastava, najčešće pamučne ili različite vunene dok je potka elastanska efektna pređa. Za mlađe osobe, rekreativce i sportaše izrađuju se steznici po nave-

denim načelima, samo se umjesto pređa od prirodnih vlakana upotrebljavaju PA ili PES multifilamentne pređe. Kvalitetniji steznici imaju složeniju strukturu koja se dobije po prethodno navedenim načelima uz primjenu žakar prepleta i djelomičnog lijeganja potke.

### 3.3. Interlok elastična pletiva

Interlok strojevi se sve više upotrebljavaju u izradi elastičnih pletiva jer se na njima mogu izrađivati strukture koje se ne mogu na jednoigleničnim i klasičnim dvoigleničnim strojevima. Kod interlok strojeva jedan pletači sustav oblikuje polovinu reda očica ili jedno desno-desno pletivo pa za oblikovanje jednog punog reda pletiva trebaju dva pletača sustava koja oblikuju dva desno-desna pletiva koja se međusobno križaju. Interlok pletiva ubrajaju se u pletiva s „dva lica“ kod kojih je istezanje do prekida približno jednako u smjeru redova i nizova očica. Za interlok strojeve je karakteristično da oni mogu izrađivati vrlo jednolične strukture pletiva i pri tome plesti s pređama različitih sirovinskih sastava i finoća. Za izradu elastičnih interlok pletiva prikladno je upotrebljavati strojeve finoće E18, E20, E24 i E28. Na strojevima finoće E18 i E20 plete se s temeljnim pamučnim, modalnim, viskoznim i dr. pređama finoće 17 do 28 tex, a platira elastanskim





Sl. 9. Temeljni osnovin preplet u izradi glatkih elastičnih pletiva, kombinacija zatvorenog triko i sukno prepleta suprotnog lijeganja (fr. charmeuse - šarmez): a) triko preplet, b) sukno preplet, c) povećani i u oba smjera istegnuti model strukture pletiva

predama finoće 33 ili 44 dtex pri čemu se dobije pletivo mase 250 do 350 g/m<sup>2</sup>. Ovakva pletiva su prikladna za izradu zimskih potkošulja dugačkih rukava, zimskih muških pidžama kao i ženskih haljina za proljeće i jesen, pretežno uzorkovane tehnikom tiska. Na finijim strojevima (finoće E24 i E28) prikladno je plesti PA i PES multifilamentnim temeljnim predama finoće 78 do 156 dtex i elastanskim 33 ili 44 dtex. Na ovolikim finoćama strojeva i finoćama pređa dobiju se elastična pletiva plošne mase 180 do 250 g/m<sup>2</sup>. Ono što je karakteristično za ovakve palete uzoraka je da se u visini raporta na različite načine smjenjuju glatki ili platirni redovi te jednostrano djelomično platirni redovi očica. Posebno kvalitetna moderna elastična interlok pletiva izrađuju se sa tri grupe pređa. Prve pređe su temeljne, manjeg stupnja istezanja do prekida (5 do 15 %), druge pređe, nešto većeg stupnja istezanja (20 do 30 %), a treću grupu oblikuju elastanske pređe koje imaju istezanje do prekida preko 200 % [21]. Suvremeni interlok strojevi upravljani računalom vrlo su pogodni za izradu elastičnih pletiva namijenjenih u prvom redu rekreativcima i sportašima, potom djeci i invalidnim osobama. Ovakva interlok pletiva, u procesu oplemenjivanja suvremeno dizajnerski uzorkovana tehnikom tiska vrlo rado prihvaćaju mladi i svakodnevno nose.

#### 4. Osnovini prepleti u izradi elastičnih pletiva

Osnovina ili lančana pletiva se izrađuju po znatno drugačijim načelima nego kulirna pletiva pa imaju i bitno drugačiju strukturu, a time i rastezna svojstva. Niti osnove nasnovane su na osnovina vratila i postupno se popuštaju i omataju oko igala oblikujući istovremeno očice u jednom redu pletiva [13].

Osnovina pletiva se izrađuju s najmanje dvije skupine niti osnove koje pleću u dva prepleta s nitima različitim po finoći, sirovinskom sastavu, strukturi, a time i rasteznim svojstvima [14]. Na osnovinim strojevima izrađuju se različita metražna elastična pletiva, a za odjevnu industriju najzanimljivija su pletiva za kupače kostime, žensko elastično rublje, žensko čipkasto elastično rublje, sportsku odjeću, odjeću za plesače, invalide i dr. (sl.2c, d, e; sl.4a, b) Najjednostavnija i najčešće upotrebljavana struktura osnovininih elastičnih pletiva primjenjuje se u izradi kupaćih gaća i kostima. Osnovno načelo izrade ovakve strukture pletiva zasniva se na primjeni dva temeljna osnovina prepleta: trikoa i sukna koji se najčešće oblikuju suprotnim lijeganjem (sl. 9). Jedna skupina niti osnove oblikuje triko, a druga sukno preplet. Ovakva glatka elastična pletiva izrađuju se na jednoigleničnim strojevima fi-

noće E28, E32, E36 i E44 i imaju masu 150 do 300 g/m<sup>2</sup>. Kombinacijom finoća i struktura pređa te dva navedena prepleta izrađuju se pletiva različitih rasteznih svojstava. Kod kulirnih struktura, glatko elastično pletivo se znatno više isteže u smjeru redova (poprečno) nego nizova očica (uzdužno). Kod glatkih osnovininih elastičnih pletiva ova istezanja često se malo razlikuju i mogu se pri izradi regulirati na različite načine, a po potrebi istezanje do prekida može biti veće u bilo kojem smjeru istezanja.

Po navedenim načelima, na suvremenim strojevima izrađuju se glatka pletiva koja se upotrebljavaju u izradi kupaćih gaća, kostima, ženskog elastičnog rublja, sportske odjeće koja naliježe na kožu tijela i dr. Tako npr. na stroju finoće E36 prva skupina niti osnove pleće u zatvorenom sukno prepletu s PA multifilamentnim predama finoće 44 dtex, a druga skupina suprotno liježe niti osnove u zatvorenom triko prepletu i pleće s elastanskim predama također finoće 44 dtex [22]. Nakon skidanja sa stroja pletivo se skuplja oko 60 %, ima širinu 140 cm, plošnu masu 260 g/m<sup>2</sup>, pri udjelu PA 70 % i elastana 30 %. Za sat rada ovakav stroj izradi oko 50 m ili 70 m<sup>2</sup> pletiva iz kojeg se može izraditi oko 300 kupaćih gaća. Ovo su zaista veliki proizvodni učinci za koje treba imati stabilan plan proizvodnje različitih struktura pletiva i tržište za planirane proizvode. Ovakvo

nedorađeno pletivo se u procesima oplemenjivanja obrađuje prema području primjene. Strojevi za izradu ovakvog pletiva rade u CAD/CAM sustavu pa uz male programske upravljačke promjene i regulacije, s jednom nasnovanom osnovom, izrađuje se pletivo slične strukture, ali s drugačijim istezanjem u uzdužnom ili poprečnom smjeru. Kod ovakvih pletiva, u većini slučajeva elastična deformacija iznosi između 50 i 200 %. Za razliku od prethodno opisane izrade metražnog elastičnog pletiva, na suvremenim osnovoprepletačim dvoigleničnim strojevima, sintetskim filamentnim i elastanskim pređama, u rupičastim prepletima izrađuje se elastična komadna odjeća sa smanjenim udjelom šavova (ili bešavna odjeća), poput majica, kratkih i dugačkih gaća, konbinezona i dr. [16, 17, 22].

## 5. Zaključak

Funkcionalna elastična pletiva izrađuju se kombinacijama primjene klasičnih i elastanskih pređa. Navedena su osnovna načela izrade najčešće upotrebljavanih elastičnih pletiva. U posljednjem desetljeću modni trendovi iz više razloga protežiraju izradu elastične odjeće koju prihvaćaju oba spola i svi uzrasti. U tehnološkim procesima jednostavnije je izraditi elastično pletivo nego tkaninu. U izradi elastičnog pletiva, elastanska se pređa jednostavno ugrađuje u poprečnom (vodoravnom) smjeru pletiva (kompresijske čarape, steznici), a po potrebi ugrađuje se u uzdužnom smjeru (kupaće gaće, fino žensko rublje). Primjenom multifilamentnih PA ili PES pređa (koje imaju istezanje do prekida 20 do 30 %) te elastanskih (koje imaju istezanje do prekida preko 200 %) omogućena je jednostavnija i ekonomičnija izrada odjeće sa smanjenim udjelom šavova ili bešavne odjeće. Modni

izazovi koji se postavljaju pred konstruktore strojeva za izradu pletiva rezultirali su novim tehnološkim rješenjima i konstrukcijama strojeva na kojima se izrađuju elastična pletiva u različitim prepletima i oblicima. Suvremena tehnološka dostignuća na kulirnim i osnovoprepletačim strojevima omogućuju specifične izrade elastičnih pletiva i odjeće različite namijene. Izrada većih serija elastične odjeće sa smanjenim udjelom šavova prisutna je u posljednjem desetljeću u cijelom svijetu. Zahvaljujući PA i PES multifilamentnim pređama te elastanskim pređama koje imaju znatno veće istezanje do prekida od pređa s prirodnim vlaknima, u skoroj budućnosti moguće je očekivati personaliziranu proizvodnju elastične odjeće uz zahtijevane kriterije i njenu kompresivnost na tijelo korisnika.

## L i t e r a t u r a :

- [1] ISO 13934-1:2013; Textiles - Tensile properties of fabrics; Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method
- [2] Penava Ž., D. Šimić: Analiza elastičnih konstanti tkanina za proizvoljno odabrane smjerove rastezanja, Tekstil 61(2012.)7-12, 169-179
- [3] DIN 53835-2, 1981 Ausgabe, August 1981 - Testing of textiles; determination of the elastic behaviour of single and plied elastomeric yarns by repeated application of tensile load between constant extension limits
- [4] ISO 13934-2:2014; Textiles - Tensile properties of fabrics, Part 2: Determination of maximum force using the grab method
- [5] Kowalski K.: Identifikacja procesu dziania na szydełkarkach, Polska Akademia Nauk, Oddział w Łodzi,

Komisja Włokiennictwa, Łódź 2008.

- [6] Kowalski K. *et al*: Influence of a Compression Garment on Average and Local Changes in Unit Pressure, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 25(2017)6, 68-74
- [7] Gries T.: Elastische Textilien, Melliand, Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main 2005.
- [8] Čunko R., M. Andrassy: Vlakna, Zrinski, Čakovec, Zagreb 2005. ISBN 953-155-089-1
- [9] ...: Compression wear and shapewear: skin-tight apparel for enhanced performance and well-being, Textiles Intelligence, (2014) 11, 1-33
- [10] ...: Precious yarns for fashion and sportswear, Fulgar Spa, Castel Goffredo 2018.
- [11] Kowalski K. *et al*: Modelling and Designing Compression Garments with Unit Pressure Assumed for Body Circumferences of a Variable Curvature Radius, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 20 (2012) 6A, 98-102
- [12] Lozo M., Z. Vrljićak: Structure and Elongation of fine Ladies' Hosiery. In Proceed. 48<sup>th</sup> Conference of the International Federation of Knitting Technologists (IFKT), Moenchengladbach, Germany, 2016, 1-10
- [13] Vrljićak Z.: Tehnološki izračuni proizvodnje pletiva, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2017. ISBN 9789537105693
- [14] Vrljićak Z.: Pletiva, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2019. ISBN 9789537105792
- [15] ...: Sporttextilien: Bademode dostupno na: <https://www.karlmayer.com/de/anwendungen/sporttextilien/bademode/> (pristupljeno: 12.8.2020.)

- [16] ...: Doppelbarrige Raschelmaschinen: Seamless, dostupno na: <https://www.karlmayer.com/de/produkte/wirkmaschinen/doppelbarrige-raschelmaschinen/seamless-1/> (pristupljeno: 12.8.2020.)
- [17] Vrljićak Z.: ITMA 2011 u Barceloni, s posebnim osvrtom na strojeve za izradu pletiva, Tekstil, 60 (2011.) 11, 588-593
- [18] ...: Atlas, dostupno na: <https://www.santoni.com/en/products/grande-diametro/atlas> (pristupljeno: 22.7.2020.)
- [19] Pavlović Ž. i sur.: The compressibility of fine women's hosiery with elastane, Book of Proceedings 12<sup>th</sup> International Scientific-Professional Symposium Textile Science & Economy 2019 French-Croatian Forum, (ur. Novak I.), Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, 2019, 131-142
- [20] Liu R. *et al*: A critical review on compression textiles for compression therapy: Textile-based compression interventions for chronic venous insufficiency, Textile Research Journal, 86 (2016) 1, 1-21
- [21] ...: Fournisseure, dostupno na: <https://memmingero.de/produkte/rundstrickmaschinen/fournisseure/> (pristupljeno: 14. 12. 2020.)
- [22] Vrljićak Z.: Strojevi za izradu pletiva na sajmu ITMA 2015 u Milanu, Tekstil 64 (2015.) 11-12, 369-377.

## SUMMARY

### **Simpler elastic knitted fabrics structures**

*Tea Jovanović, Željko Penava, Zlatko Vrljićak*

The differences in stretching to break of the basic structures of woven fabrics and weft-knitted fabrics are mentioned. The force/stretching diagram of the mentioned samples was analyzed from the beginning of the stretching until the break. The elastic deformation of the material is indicated in the diagrams. The reasons and areas of elastic knitted fabrics application are explained. The structures and tensile properties of yarns for making elastic knitted fabrics are listed, with a special emphasis on the elastane yarns structures and their application in certain areas. The basic interlooping of weft and warp knitted fabrics in the production of elastic knitted fabrics are shown. The structure and yarn count are connected with the interlooping and fineness of the machine on which the elastic knitted fabrics are made. Examples of meter-long elastic knitted fabrics and elastic clothing production with a small proportion of seams are described.

**Key words:** knitted fabrics, woven fabrics, elastic, stretch, break.

*University of Zagreb Faculty of Textile Technology, Zagreb, Croatia  
e-mail: zeljko.penava@tf.unizg.hr*

*Received June 20, 2021*

## ZUSAMMENFASSUNG

### **Einfachere Strukturen von elastischen Maschenwaren**

Erwähnt werden die Unterschiede in der Dehnung bis zum Bruch der Grundstrukturen von Geweben und Kulierwaren. Das Kraft-/Dehnungsdiagramm der genannten Proben wurde vom Beginn der Dehnung bis zum Bruch analysiert. Die elastische Verformung des Materials wird in den Diagrammen dargestellt. Die Gründe und Einsatzgebiete von elastischen Maschenwaren werden erläutert. Es werden die Strukturen und Zugeigenschaften von Garnen für die Herstellung elastischer Maschenwaren aufgeführt, wobei der Schwerpunkt auf Elastangarnstrukturen und deren Anwendung in bestimmten Bereichen liegt. Grundstrukturen von Kulierwaren und Kettenwirkwaren zur Herstellung von elastischen Gestriken sind dargestellt. Die Struktur und die Feinheit des Garns hängen mit der Maschenkonstruktion und der Feinheit der Maschine zusammen, die zur Herstellung von elastischen Gewirken eingesetzt wird. Es werden Beispiele für meterlange elastische Gewirke und die Herstellung von elastischer Bekleidung mit geringem Nahtanteil beschrieben.