

# Mjerenje istezljivosti elastičnih pletiva

---

Jovanović, Tea

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Textile Technology / Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:201:421939>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-11**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Textile Technology University of Zagreb - Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

---

TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO

DIPLOMSKI RAD

Mjerenje istezljivosti elastičnih pletiva

Tea Jovanović

Zagreb, rujan 2018.

# SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

## TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

---

### TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO

Zavod za projektiranje i menadžment tekstila

### DIPLOMSKI RAD

Mjerenje istezljivosti elastičnih pletiva

**Mentor:**

Prof. dr. sc. Zlatko Vrljičak

**Student:**

Tea Jovanović

matični broj 10730

Zagreb, rujan 2018.

*Opći podaci o diplomskom radu:*

Broj stranica	79
Broj tablica	29
Broj slika	42
Broj formula	13
Broj literaturnih izvora	19

*Članovi povjerenstva:*

Prof. dr. sc. Željko Penava, predsjednik povjerenstva

Prof. dr. sc. Zlatko Vrljičak, član povjerenstva

Prof. dr. sc. Željko Šomođi, član povjerenstva

*Datum predaje rada: 19. rujna 2018.*

*Datum obrane rada: 21. rujna 2018.*

ZAHVALE

*"Tamo, tamo da putujem.  
Tamo, tamo da tugujem."*

*Najprije svoje zahvale želim iskazati najvažnijim osobama u životu, svojim roditeljima. Bez našeg zajedništva i vaše neizmjerne ljubavi i podrške ovaj kraj puta ne bi došao do nove staze na koju moram kročiti. Volim vas neopisivo. Velika hvala mojoj sestri što mi je bila oslonac i podrška tijekom svih godina školovanja. Bezuvjetno hvala mom djedu Mati na nevjerojatoj toplini i sreći koju mi je pružao kad je bilo najteže. Jedno vječno hvala osobama koje su bile dio mog života, iako fizički nisu prisutne, njihova duša živi sa mnom zauvijek, a njihove riječi su urezane u moja sjećanja kao zvijezda vodilja. Hvala svim mojim prijateljima, suradnicima, kolegama, svima onima koji su bili i još su dio mog života. Iskrene zahvale svim Profesorima koji su mi pomogli doći do ostvarenja još jedne diplome, hvala im na svim savjetima, riječima podrške i stečenom znanju, ali najveće hvala onome koji je učinio najviše za moj obrazovni put. Nenadoknadive zasluge u svemu idu Njemu, najvećem od svih. Hvala Ti za one dane kad si me nosio.*

*Sad, da se osvrnem na uvodne stihove. Grade moj zauvijek ćeš ostati dio mene, a dio duše moje zauvijek će ostati dio tebe.*

Tea

## **Sažetak**

*Diplomski rad se sastoji od dva dijela. U prvom ili općem dijelu rada navedene su osnovne značajke o pletivima i prepletima. Navedena je osnovna podjela pletiva i naznačeno mjesto platirnog pletiva u kulirnim desno-lijevim pletivima. Navedeni su strojevi za izradu cjevastih elastičnih pletiva i pređe koje se upotrebljavaju u izradi cjevastih elastičnih proizvoda. Za bolje razumijevanje vlačnih svojstava pletiva navedeni su osnovni i neki izvedbeni parametri strukture pletiva. Nakon parametara strukture pletiva navedene su osnovne postavke deformacije materijala pri vlačnim jednoosnim opterećenjima s posebnim naglaskom na deformaciju kulirnog desno-lijevog elastičnog pletiva opterećenog u smjeru redova očica i smjeru nizova očica.*

*Drugi dio diplomskog rada je vezan za eksperiment. U eksperimentalnom dijelu izrađena su ukupno 24 osnovna uzorka cjevastih elastičnih pletiva na čaraparskom automatu finoće E32, promjera cilindrične iglenice 100 mm, (4e“) koji je pleo s 400 igala. Uzorci pletiva su izrađivani PA multifilamentnim pređama finoće 20 dtex f 20, 33 dtex f 34, 40 dtex f 40, 60 dtex f 60, te elastanskim pređama finoće 22/17 dtex f 7. Istezanje do prekida pređa iznosilo je 20,85 do 27,6 %. Prva grupa uzoraka izrađena je u potpuno platirnom prepletu, a druga grupa u djelomično platirnom prepletu 1+1. Sa svakom PA pređom izrađena su po tri uzorka pletiva s različitim dubinama kuliranja jediničnih iznosa 550, 700, 850. Kad se u jedan red očica upliće samo PA pređa tada se prosječno za jednu očicu uplete  $2,35 \pm 0,02$  do  $2,98 \pm 0,01$  mm. S povećanjem dubine kuliranja povećava se i prosječno uplitanje pređe u jednu očicu. Međutim, kad se uz PA pređu upliće i elastanska pređa tada je prosječno uplitanje PA pređe za oblikovanje jedne očice manje i iznosi  $2,15 \pm 0,02$  do  $2,87 \pm 0,02$  mm, a uplitanje elastanske pređe je još manje i iznosi  $1,54 \pm 0,02$  do  $2,20 \pm 0,02$  mm. Finoća pređe bitno ne utječe na uplitanje pređe u red pletiva. Iz svakog osnovnog cjevastog uzorka pletiva izrezano je 3 do 5 trakastih uzoraka veličine 50 x 200 mm koji su koristili za mjerenje istezanja pri vlačnom opterećenju. Razmak između hvatalica na stezaljkama dinamometra je iznosio 75 mm. Rezani su uzorci u smjeru redova očica i smjeru nizova očica. Istezanje pletiva pri prekidu u smjeru redova očica kod djelomično platirnih pletiva iznosilo je 284 do 425 %, a kod potpuno platirnih pletiva je znatno veće i nalazi se u rasponu 320 do 607 %. Iznosi elastičnosti pletiva ovise o finoći pređe i dubini kuliranja. Iznos elastičnosti pletiva u smjeru redova očica za pojedine uzorka djelomično platirnog pletiva iznosi 120 do 200 %, a kod potpuno platirnih uzoraka pletiva 120 do 250 %. Udio elastičnosti kod djelomično platirnih pletiva nalazi se u području 35 do 50 % ili prosječno za sve mjerene uzorke pletiva iznosi oko 40 % i nema posebnu zakonitost. Kod potpuno platirnih pletiva na elastično područje otpada 33 do 41 % ili prosječno oko 35 %, tj. udio elastičnosti kod potpuno platirnih pletiva je oko 5 % manji od udjela elastičnosti djelomično platirnih pletiva.*

**Ključne riječi:** pletivo, kulirno, desno-lijevano, platirni preplet, poliamid, elastan, parametri strukture pletiva, vlačna svojstva pletiva

Ovaj je rad financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom IP-2016-06-5278

## Sadržaj

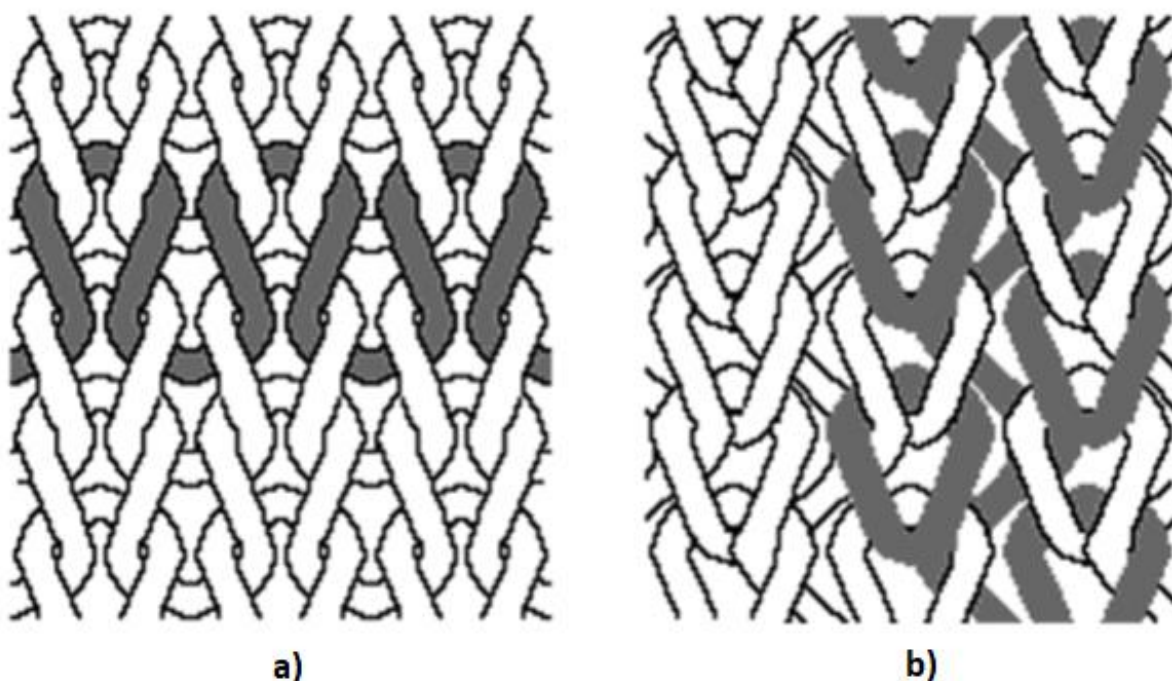
1.	UVOD .....	1
2.	STROJEVI ZA IZRADU PLETIVA .....	2
2.1.	Kružnopletaći strojevi .....	4
2.2.	Čaraparski automati .....	5
3.	FINE ŽENSKE ČARAPE .....	7
3.1.	Sirovinski sastav pređa za izradu finih ženskih čarapa i elastičnih pletiva .....	9
3.2.	Prepleti u izradi finih ženskih čarapa i elastičnih cjevastih pletiva .....	13
3.3.	Parametri strukture glatkih kulirnih desno-lijevih pletiva .....	14
4.	ČVRSTOĆA MATERIJALA .....	17
4.1.	Rastezljivost desno-lijevog kulirnog pletiva .....	18
<b>EKSPERIMENTALNI DIO</b>		22
5.	CILJ EKSPERIMENTALNOG RADA .....	23
5.1.	Značajke stroja za izradu uzoraka .....	24
5.2.	Značajke pređe za izradu uzoraka .....	24
6.	REZULTATI MJERENJA PARAMETARA STRUKTURE PLETIVA .....	28
7.	REZULTATI MJERENJA VLAČNIH SVOJSTAVA PLETIVA .....	38
7.1.	Linearni uzorci pletiva za mjerenje vlačnih svojstava .....	38
8.	RASPRAVA REZULTATA MJERENJA UPLITANJA PREĐE U RED PLETIVA .....	57
9.	RASPRAVA REZULTATA MJERENJA ISTEZANJA PLETIVA .....	62
10.	ZAKLJUČAK .....	71
	Literatura .....	73

## 1. UVOD

Tkanine, pletiva i netkane tekstilije dobivaju se iz različitih vrsta vlakana ili pređa. Pređe se izrađuju od prirodnih i umjetnih, pretežno sintetičkih vlakana. Od prirodnih vlakana najzastupljenije je pamučno vlakno s iznosom oko 28 % od ukupne svjetske proizvodnje vlakana. Od umjetnih vlakana najviše se koriste poliesterska (PES) i poliamidna (PA) vlakna, koja su osnovna sirovina za izradu finih ženskih čarapa. S pređama se izrađuju tkanine, pletiva, mreže, čipke, pozamenterijske vrpce. Svi navedeni proizvodi se upotrebljavaju u izradi odjevnih predmeta i sve više nalaze primjenu u različitim područjima življenja. Tekstilni odjevni predmeti i svi tekstilni proizvodi namijenjeni drugim područjima primjene dobivaju procesima oplemenjivanja različite teksture, izgleda, oblike, a uz to ih krasi čvrstoća, trajnost, udobnost i zaštita, [1].

Pletenje je jedna od snažnijih tehnika za proizvodnju tekstilnih plošnih proizvoda. Struktura pletiva se sastoji od očica koje se međusobno isprepliću. Tehnika koja se najčešće koristi u izradi očica, a time i pletiva je tehnika kuliranja. Pletenje se može izvoditi ručno i strojno. Ručno pletenje, prema nekim spoznajama započelo je u 5. stoljeću prije Krista. Napretkom tehnologije došlo je i do razvoja strojeva u izradi pletiva. Suvremenim strojevima za izradu pletiva upravljaju računala. Kod kulirnog pletenja igla kukicom zahvaća nit i pomoću platina ili grebena iglenica savija nit u valoviti oblik oblikujući red poluočica, potom red za redom očica. Na ovaj način nastaje tzv. kulirno pletivo. Od ovakvih pletiva dobiva se fleksibilnije, elastičnije odjevne predmete, koji veoma dobro priliježu uz tijelo. To su na primjer puloveri, veste, čarape, potkošulje, gaće i sl. Također, uz kulirno, postoji i osnovino pletivo iz kojeg se proizvode različiti materijali za specifične namjene. Ovakva pletiva mogu nastati samo od niti osnovne koje su nasnovane na osnovino vratilo. Ova pletiva se u načelu ne mogu izrađivati ručno. Niti se iz osnovinog pletiva u načelu ne mogu parati, a pletiva mogu biti izuzetno čvrsta pa se iz njih izrađuju mnoga tehnička pletiva koja se mogu naći u automobilima, vlakovima, avionima. Ovakva se pletiva često koriste u izradi sportske odjeće i opreme, vojnoj industriji, medicini, građevinarstvu, pakiranju mesnih proizvoda, aranžiranju cvijeća i sl.

Kulirno i osnovino pletivo mogu se vidjeti na sl.1.-1. Proces pletenja su toliko usavršeni i različiti da se u njima mogu proizvoditi materijali različitih težina, oblika i veličina pri vrlo velikim brzinama, a time i proizvodnim učincima. U ovakvim procesima izrađuju se uzorci pletiva u različitim teksturama i kombinacijama. U osnovi pletiva su manje stabilna i više fleksibilna nego tkanine. Industrija proizvodnje pletiva sve se više usavršava i polako prelazi iz faze proizvodnje metražnog pletiva u proizvodnju dimenzijski oblikovanog pletiva, pri čemu se pleće po kroju. Najsuvremenije konstrukcije strojeva za izradu pletiva izrađuju bešavnu odjeću.



Sl.1.-1 Dvije osnovne grupe pletiva: a) kulirni preplet (pletivo) i b) preplet od osnove (pletivo)

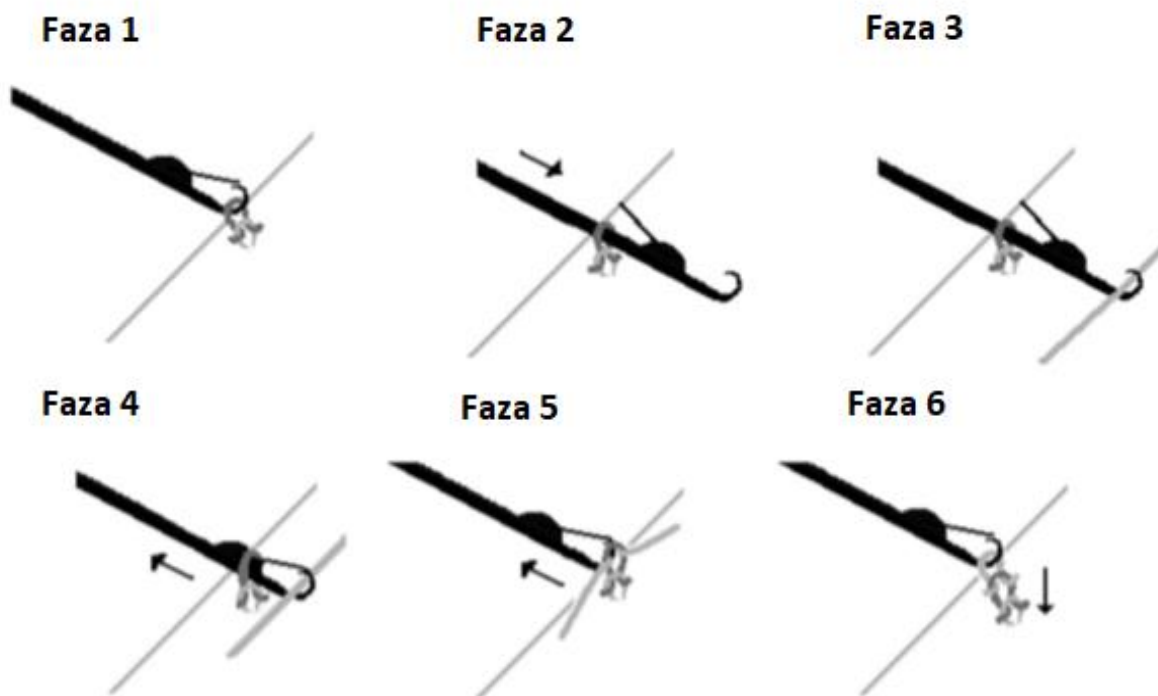
## 2. STROJEVI ZA IZRADU PLETIVA

Na strojevima ili automatima za izradu pletiva najčešće se izrađuju pletiva za pletene odjevne predmete kao što su veste, puloveri, prsluci, majice, potkošulje, gaće, čarape, rukavice, trenirke i sl. Postoje brojne vrste pletaćih strojeva. Neki su jednostavniji, neki složenije konstrukcije upravljani računalima. Svi oni proizvode različite oblike pletiva koja imaju posebne namjene.



Automatski strojevi za izradu pletiva mogu izrađivati u različitim prepletima tri osnovne grupe pletiva, a to su: desno-lijeva, desno-desna i lijevo-lijeva. Za izradu gornje pletene odjeće često se koriste uzorkovana pletiva. Pletiva mogu biti uzorkovana samo lijevom i desnom oćicama ili strukturalno. Ovakvi se uzorci često koriste u izradi ženskih pulovera, vesti, kaputa i sl. Za izradu muških pulovera, vesti, prsluka i sličnih proizvoda često se koristi tzv. višebojno uzorkovanje pri čemu se uzorci u pletivu izrađuju pređama različite boje. Uzorak je vidljiv i uočljiv na licu proizvoda. Naličje proizvoda najčešće nema uzorka. Sve navedene vrste pletiva se izrađuju po CAD/CAM sustavu pri čemu se uzorak razradi na računalo, potom prebaci u stroj i na stroju izrađuje, [2].

Strojni proces izrade oćica drugaćiji je od rućne izrade. Na sl.2.-1 prikazani su osnovni zahvati (faze) oblikovanja oćica na jezićastoj igli.



Sl.2.-1 Postupak nastajanja oćica na jezićastoj igli

U prvoj fazi prikazan je početni položaj igle u koji se ona vraća nakon ciklusa pletenja. Poluočica se nalazi u zatvorenoj kukici igle. U drugoj fazi igla se pomiče iz iglenog kanala, a poluočica otvara jezičak potom se na njega nanosi i s otvorenog jezička spada na tijelo igle. U trećoj fazi se obavlja polaganje nove niti u otvorenu kukicu igle. Slijedi četvrta faza u kojoj se novopoložena nit zahvaća kukicom igle, a poluočica podvlači ispod jezička i potom zatvara jezičak. U ovom slučaju u glavi igle se nalazi novopoložena nit zahvaćena kukicom igle, a na zatvorenom jezičku se nalazi poluočica. U petoj se fazi igla još više povlači natrag. Tada se novopoložena nit savija kukicom igle ili kulira i na ovako savijenu nit se prebacuje preko glave igle poluočica pletiva. U šestoj fazi se završava ciklus pletenja. Igla se vrati u početni položaj, preko glave igle je prebačena poluočica i potom djeluje uređaj za povlačenje pletiva koji povlači poluočicu preko iskulirane niti i od poluočice oblikuje očicu, a od novopoložene niti oblikuje poluočicu. Tako je nastala nova očica ili red očica, [1,3].

## 2.1. Kružnopletaći strojevi

Najveći proizvodni učinci izrade pletiva ostvaruju se na kružnopletaćim strojevima. Kod ovakvih strojeva pletaće jezičaste igle poredane su u krug, međusobno su usporedne, gibaju se gore/dolje i zajedno sa cilindričnom iglenicom. Pletiva koja se izrađuju na ovakvim strojevima su cjevastog oblika. Ovakva se pletiva često upotrebljavaju u izradi majica, potkošulja, gaća, spavaćica, pidžama, dječje odjeće i sl.

Kružnopletaći strojevi dijele se u dvije grupe:

- Jednoiglenični ili jednocilindrični kružnopletaći strojevi i
- Dvoiglenični kružnopletaći strojevi.

Strojevi za izradu desno-lijevih pletiva opremljeni su s jednim cilindrom igala. Na jednostavnijim konstrukcijama strojeva izrađuju se jednostavnije strukture pletiva, a na složenijim konstrukcijama strojeva izrađuju se razna platirna, pliš, podstavna, zahvatna, podliježna i sl. pletiva.

Strojevi za izradu desno-desnih pletiva su dvoiglenični. Slični su jednoigleničnim, i pored cilindrične iglenice imaju iglenicu kružne ploče u kojoj se nalaze igle horizontalno ugrađene i okomite su na igle cilindrične iglenice. Razmak između igla je isti samo su igle kružne ploče pomaknute za polovicu razdjela u odnosu na igle cilindrične iglenice.

U 2007. godini u svijetu je izrađeno oko 21 000 novih velikih kružnopletaćih strojeva. Od navedenog broja, oko 12 000 strojeva ili 54 % su jednoiglenični strojevi, a ostatak od 9 000 strojeva ili 46 % su dvoiglenični strojevi. Strojevi promjera cilindrične iglenice veće od 660 mm (26 inča) imaju 69 % udjela, a strojevi manjeg promjera cilindrične iglenice imaju preostalih 31 % udjela, [1,4,5].

## 2.2. Čaraparski automati

Čaraparski automati su kružnopletaći strojevi malog promjera iglenice. Cilindrična iglenica je najčešće promjera 80 do 100 mm (  $3\frac{1}{4}$  do 4 inča). Uzorci koji se izrađuju na čaraparskom automatu najprije se kreiraju u određenom računalnom programu, a potom ugrade u upravljački računalni program koji upravlja radom čaraparskog automata u izradi čarape određene veličine i uzorka. Gotovi upravljački program se prebacuje u čaraparski automat koji samostalno izrađuje zadani broj čarapa u određenim veličinama. U općim kalkulacijama, za izradu jedne čarape može se planirati vrijeme pletenja oko dvije minute ili za par čarapa četiri minute, [6].

Kod jednocilindričnih čaraparskih automata finoće se kreću od E6 do E38. Grublji čaraparski automati imaju finoće E6 do E10 i na njima se izrađuju čarape s grubljim očicama poput planinarskih ili šumarskih te sportskih čarapa ili čarapa za plesače folkloru. Na čaraparskim automatima finoće E10 do E20 izrađuju se klasične kratke čarape. Na jednocilindričnim čaraparskim automatima finoće E28 do E38 koji pletu najčešće s 380 do 440 igala izrađuju se fine ženske čarape i/ili čarape s gaćicama ili različita cjevasta elastična pletiva. Pri automatskoj izradi čarapa radne brzine automata su 200 do 700 okr./min., pri čemu jedna igla izradi i do 3 000 očica/min. Strojevi izrađuju čarape predama različitih finoća i struktura. Tako npr. za izradu finih ženskih čarapa ili elastičnih cjevastih pletiva najčešće se koriste poliamidne multifilamentne pređe finoće 15 do 60 dtex, [7,8].

Talijanska tvornica Lonati je jedna od najvećih i najkvalitetnijih svjetskih proizvođača čaraparskih automata. Tvrtka je smještena u Italiji, na području grada Brescie. Svake godine u prosjeku proizvode 10 000 do 11 000 čaraparskih automata u 50 različitih modela, sl. 2.-2. Lonati izvozi čaraparske automate u cijeli svijet. U posljednjih desetak godina najveću količinu izvozi u Kinu i Tursku, a potom u Južnu Ameriku, Europu i Afriku. Ovaj renomirani proizvođač izrađuje čaraparske automate za izradu različitih čarapa kao što su: kratke čarape, fine ženske čarape, medicinske kompresijske čarape, planinarske čarape i sl. Automati iz pojedinih grupacija imaju svoje specifičnosti te se preporuča na njima izrađivati samo određenu grupu čarapa ili različitih cjevastih pletiva. Tako npr. čaraparski automati koji su namijenjeni izradi finih ženskih čarapa ne mogu izrađivati klasičnu kratku mušku čarapu, [9].



Sl.2.-2 Čaraparski automat tvornice Lonati, Italija, model Donna LB08MJ, namijenjen pletenju finih ženskih čarapa i cjevastih elastičnih pletiva

Navedeni čaraparski automat model Donna je jednocilindrični automat upravljani elektropneumatski, radi sa četiri pletača sistema i koristi za pletenje finih ženskih čarapa, čarapa s gaćicama, dokoljenki kratkih čarapa i stopalica. Znači, namijenjen je za izradu velikog dijela tzv. finog programa izrade ženskih čarapa. Na stroju postoji 8 stalaka za namotke sa pređom. Na svakom pletačem sistemu imaju ugrađena po četiri vodiča za pređu. Osnovna konstrukcija modela može pletiti u svakom redu pletiva s multifilamentnim i elastanskim pređama. Svaka pređa ima dvostruke kontrolore vođenja pređe. Posebnim elektromotorom se regulira podizanje i spuštanje cilindrične iglenice s čime se regulira dubina kuliranja, a time i istežanje pletiva na pojedinom dijelu čarape. Automat je opremljen različitim osjetilima ili sensorima koji registriraju lom ili oštećenje igala ili platina te prekid ili olabavljenje pređa te povećanu radnu temperaturu stroja. Kod svih nedostataka senzori aktiviraju zaustavljajuće rada stroja. Stroj je malenih dimenzija pa zauzima malo radnog prostora. U tlocrtu zauzima površinu 0,6 m x 0,6 m, a visina je 136 cm. Kad se postave stalci s namotcima tada je potrebna visina prostora 2,2 m. Masa stroja bez pređa i pomoćnih stalaka za namotke je oko 230 kg, [9].

### 3. FINE ŽENSKÉ ČARAPE

Fine ženske čarape su vrlo uzak dio odjeće koji se proteže od struka do prstiju. Izrađuju se razni oblici finih čarapa kao što su: stopalice, kratke čarape, dokoljenke, dugačke samostojeće čarape, čarape s pridržačima te čarape s gaćicama, sl. 3.-1. Čarape s gaćicama pojavile su se 1950-ih kao alternativa za čarape i kontrolne gaćice (koje su zamijenile pojaseve). Fine ženske čarape obično su izrađene od nyloga ili se nylon miješa s nekim drugim vlaknima. Osim za potrebe modne industrije, fine ženske čarape žene nose i u svakodnevnicima. Također, neke firme i škole imaju „pravila odijevanja“ koja uključuju fine ženske čarape. Kroz povijest se od žena očekivalo da pokrivaju svoje noge, međutim, nakon 1920-ih stvari se mijenjaju. Najprije su se počele nositi dokoljenke i noge otkrivati do koljena. Ove čarape su u početku rađene od prirodne i umjetne svile, no kasnije, otkrićem nyloga od strane DuPonta krenula je revolucija proizvodnje ovakvih čarapa. Nakon 1960. godine i pojave elastana koji se uplitaio s poliamidom, ove čarape su postale udobnije i dugotrajnije, [10].



a)



b)



c)



d)

Sl.3.-1 Fine ženske čarape: a) kratke - sokne, b) dokoljenke, c) dugačke, samostojeće i d) čarape s gaćicama

### 3.1. Sirovinski sastav pređa za izradu finih ženskih čarapa i elastičnih pletiva

U početku su fine ženske čarape rađene od prirodne svile. Otkrićem **poliamida (PA - nylona)** razvija se težnja njegove primjene u izradi čarapa. Danas se pretežno nylonom izrađuju jednostavnije fine ženske čarape. Za izradu finijih čarapa koriste se poliamidne pređe finoće 15 do 33 dtex. Za izradu srednje finih čarapa se koriste pređe finoće 20 do 40 dtex, a za izradu malo grubljih čarapa koje spadaju u fini program se koriste pređe finoće 40 do 70 dtex. Ako se u pojedini red istovremeno upliće poliamidna i elastanska pređa tada se dobije punija struktura pletiva koja više pritiska tijelo te je u pojedinim prilikama ovakva čarapa prikladnija. Klasična fina ženska čarapa ima kompresivnost na površinu noge najčešće 1 do 6 mmHg, (0,13 do 0,8 kPa), a čarapa s elastanom od 5 do 12 mmHg, (0,7 do 1,6 kPa), [11].

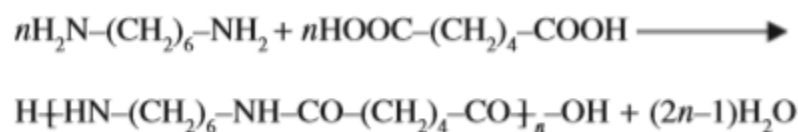
**Nylon** je prvo sintetsko vlakno koje je krenulo s punom proizvodnjom i jedino koje je to učinilo prije Drugog svjetskog rata. Razvoj nylona odvijao se na prostorima Sjedinjenih američkih država u firmi DuPont. Proizvodnja nylona 6.6 krenula je 1938. godine. 1950. godine ukupna proizvodnja sintetskih vlakana bila je svega 69 000 tona, ali skoro cijela proizvodnja bio je nylon. S godinama se proizvodnja znatno povećavala, uskoro su sintetska vlakna zavladała svijetom u odnosu na prirodna. Pojavila su se i druga sintetska vlakna kao što je poliester, polipropilen, poliuretan, itd., tako se proizvodnja nylona smanjivala pa je 1970. godine udio u ukupnoj svjetskoj proizvodnji umjetnih vlakana iznosio 40 %. Već 1975. godine poliester je postao najvažnije sintetsko vlakno, odnosno, najviše se proizvodilo u odnosu na sva ostala umjetna vlakna. Nylon 6.6 proizvodi se kao multifilamentna pređa i monofilamentna pređa različitih finoća. Pređe se dorađuju i dodaje im se sjaj, pa se takve koriste u neke posebne svrhe. Površina ovakvog nylona je vrlo glatka i bez izbočina. Pod mikroskopom vlakna nylona izgledaju kao staklene šipke, [12, 13].

Vlakna od nylona načinjena su od linearnih makromolekula čija je struktura vezana za grupu  $-NH-CO-$ . Kod strukture nylona, vrlo je bitno, da su strukturne jedinice alifatske i da je za njih vezano manje od 85% amidnih veza na dva aromatska prstena. U slučaju da ih je 85 % i više to je, još uvijek poliamid, ali potpuno druge genetske skupine i svrhe.

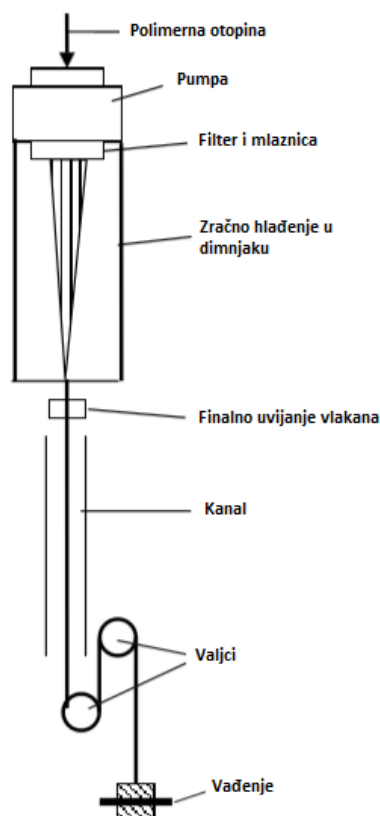
Polimeri nylona se dobivaju na razne načine, ali dva najznačajnija za proizvodnju vlakana su:

- Kondenzacija diamina s diksilnom kiselinom
- Hidrolitička polimerizacija laktama koja uključuje djelomičnu hidrolizu laktama u aminokiselinama

**Nylon 6.6** dobiva se polikondenzacijom 1,6 – diaminoheksana. Osnovna formula je prikazana na sl.3.-2, [13] .



Sl.3.-2 Osnovna formula Nylon 6.6

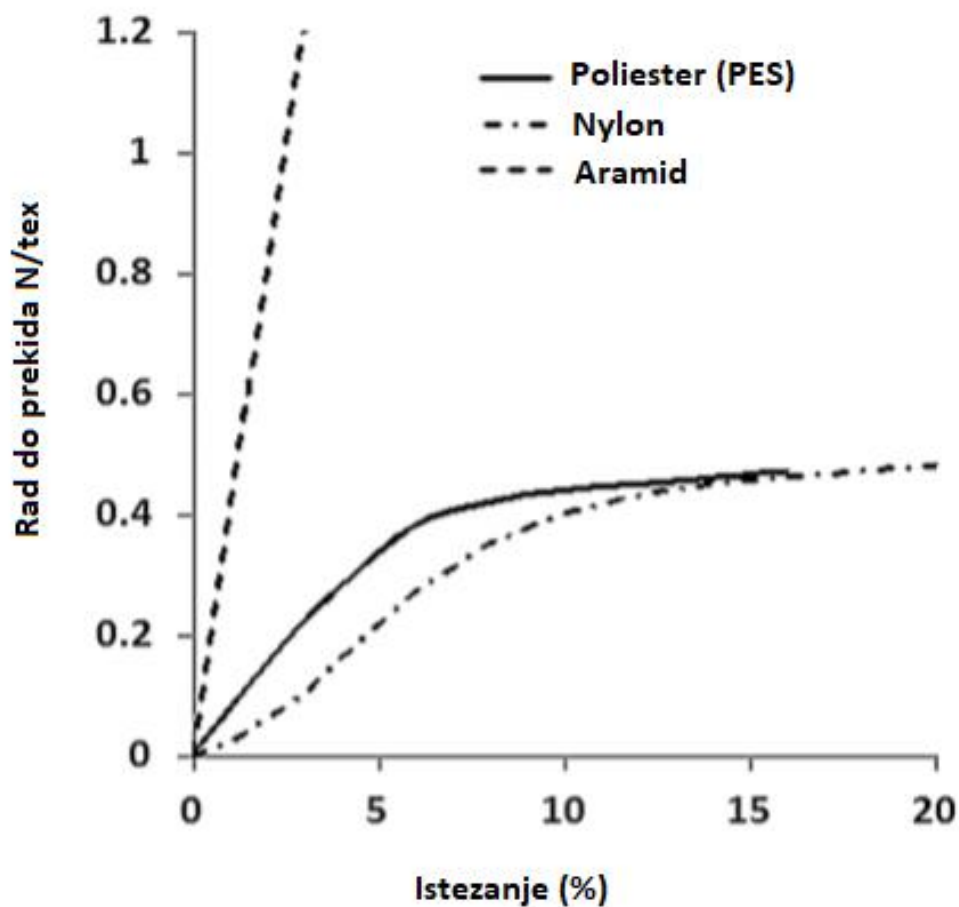


Sl.3.-3 Ispređenje PA iz taline, [1]

Na sl.3.-3 vidljivo je kako rastopljena supstanca ulazi kroz otvor, prolazi kroz pumpu te dolazi do filtra i mlaznice, zatim prolazi kroz hlađenje gdje dolazi do ispređanja, nakon čega slijedi finalno uvijanje vlakana koji prolaze kroz kanal preko valjaka i spremni su za namatanje.

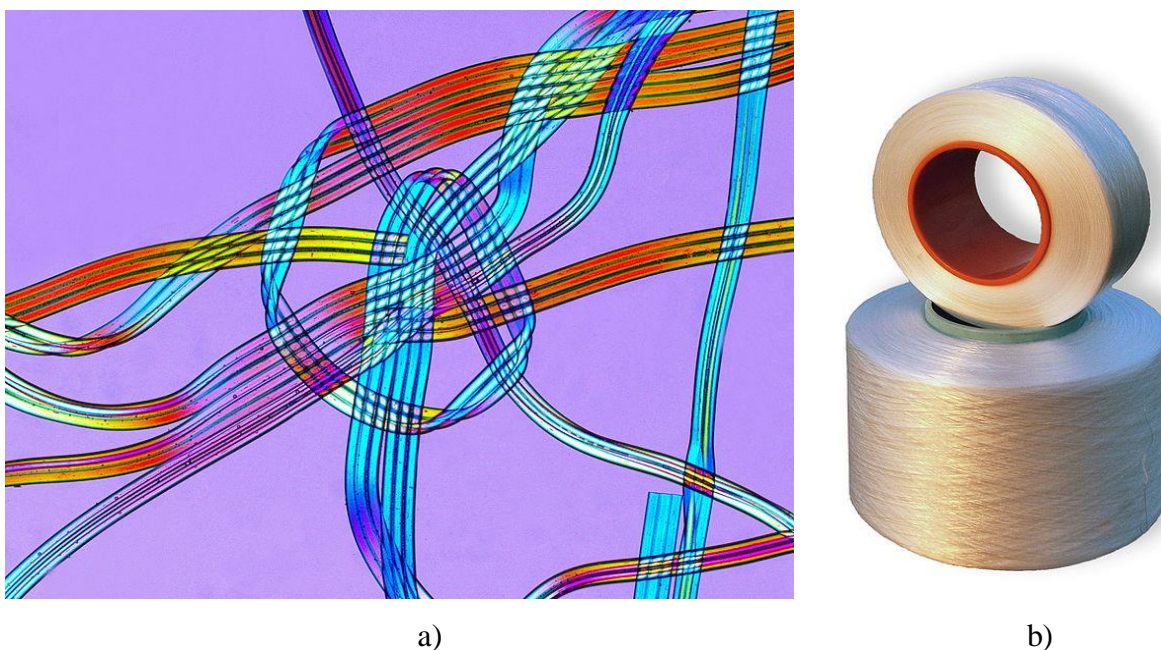


Većina materijala izrađenih od nyloga imaju odličnu karakteristiku povratka u prvobitno stanje, što je posljedica dobrog podnošenja istezanja. Nylon se koristi za mnoge primjene, a što se tiče odjeće najkorisniji je što odjeći povećava vijek trajanja, pogotovo ako se upliće s prirodnim vlaknima. Na sl.3.-4 prikazano je općenito istezanje pojedinih vlakana: poliestera, nyloga i aramida. Svi su u osnovi proizašli iz poliamida. Vidljivo je na slici kako nylon ima najveća rastezna svojstva u odnosu na druga dva, nešto manju istezljivost ima poliester, dok su aramidna vlakna vrlo čvrste strukture i male prekidne istezljivosti, [1,12].



Sl.3.-4 Prekidno istezanje PES, Nylon, Aramid

**Elastan**, trgovačkog naziva Lycra, Spandex i sl. je sintetičko vlakno poznato po svojoj velikoj rastezljivošću. Jače je i izdržljivije od prirodne gume. Lycra je također izumljena u DuPontu 1958. godine. Svijetu je predstavljena 1962. godine i izazvala je pravu revoluciju u odjevnoj industriji. Spandex se više koristi na području Sjeverne Amerike i Azije dok se u Europi više koristi Lycra. Elastan se dobiva na četiri različita načina: ispredanje iz taline, vrtnjom, u otopini suhom vrtnjom i u otopini mokrom vrtnjom. Oko 95 % vlakana se proizvodi metodom suhe vrtnje, [1, 12, 13].

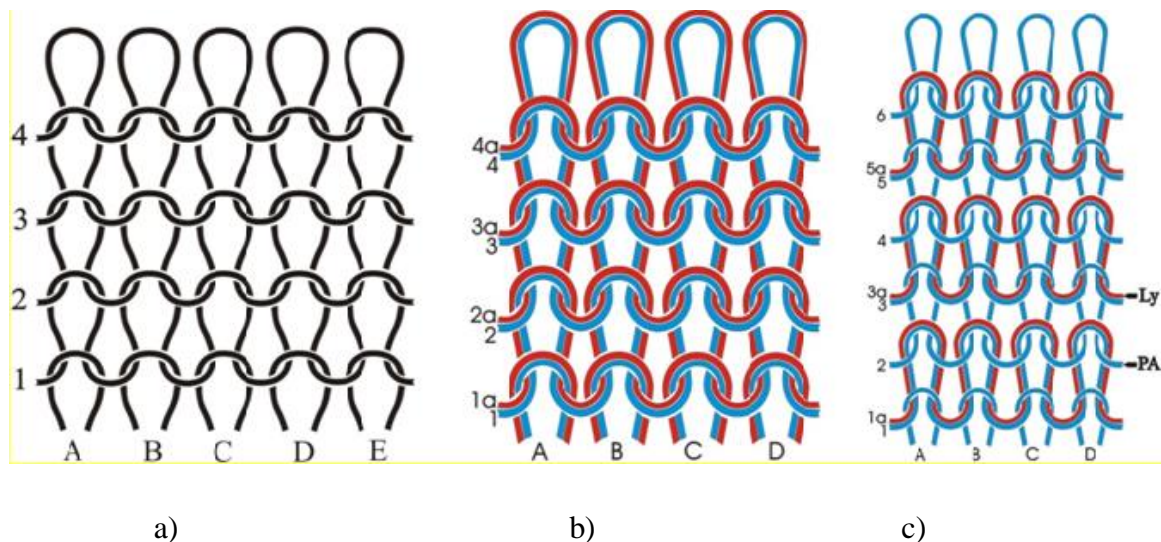


Sl.3.-5 Vlakna spandexa; a) pod optičkim mikroskopom i b) na namotku

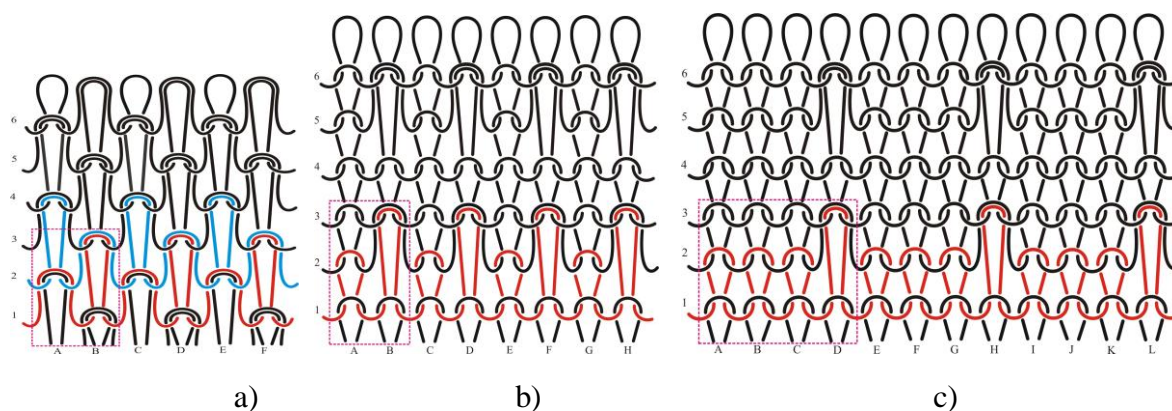
Zbog svoje elastičnosti i čvrstoće, može se razvući i do 9 puta po dužini i vratiti se u prvobitno stanje, lycra se koristi u širokoj primjeni u odjevnoj industriji, posebno pri proizvodnji elastične odjeće, naročito rekreacijske i finih ženskih čarapa povećane kompresivnosti. Prednost elastana je njegova čvrstoća i elastičnost, te sposobnost da se vrati u početno stanje nakon rastezanja. Također, puno se brže suši nego ostali materijali. Lycra ima široko područje primjene. Prema tome, možemo je naći u svakodnevnoj i sportskoj odjeći, kupaćim kostimima, kompresijskoj odjeći, odjeći za posebne namjene, te u kućanskom namještaju, [1,13].

### 3.2. Prepleti u izradi finih ženskih čarapa i elastičnih cjevastih pletiva

Fine ženske „najlon“ čarape se izrađuju na kružnopletačim jednoigleničnim strojevima u kulirnim desno-lijevim glatkim, platirnim i zahvatnim prepletima, sl.3.-6. Na isti ili sličan način mogu se izrađivati različita elastična cjevasta pletiva ili rukavci koji se koriste poput elastičnih zavoja ili steznika, u načelu za valjčaste oblike tijela kako kod ljudi tako i životinja te stvari, [6].



Sl.3.-6 Kulirni desno-lijevi prepleti koji se koriste pri izradi finih ženskih čarapa i elastičnih cjevastih pletiva; a) glatki, b) temeljni platirni i c) djelomično platirni 1+1



Sl.3.-7 Kulirni desno-lijevi zahvatni prepleti koji se koriste pri izradi finih ženskih čarapa i cjevastih elastičnih pletiva; a) zahvatni temeljni, b) zahvatni 1+1 i c) zahvatni 3+1

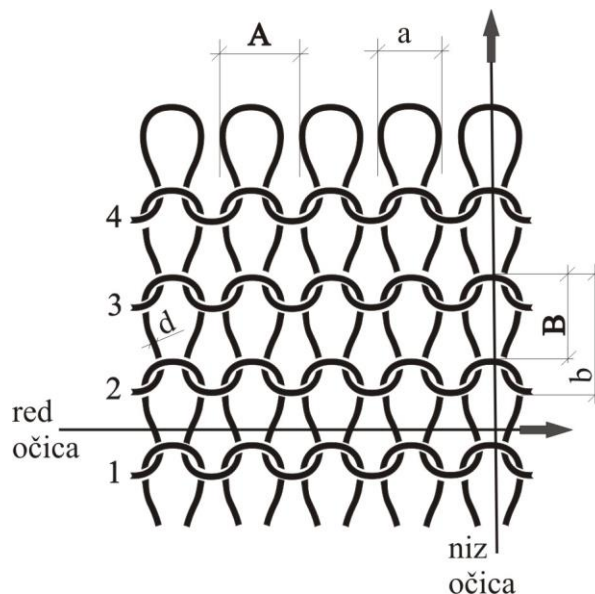
Kod kulirnih desno-lijevih glatkih pletiva na jednoj površini pletiva se vide desne, a na drugoj lijeve očice. Ako se red očica izrađuje s jednom niti tada se ta nit vidi na obje površine pletiva. Kada se pletivo izrađuje s dvije ili više niti, tada se jedne niti mogu vidjeti na jednoj, a druge na drugoj površini. Korištenjem zahvatnih prepleta, sl.3.-7 povećava se poprečno istežanje pletiva ili istežanje pletiva u smjeru redova očica.

### 3.3. Parametri strukture glatkih kulirnih desno-lijevih pletiva

Parametri strukture pletiva kod svih struktura pletiva se u osnovi grupiraju u dvije grupe: u osnovne i izvedbene parametre. U osnovne parametre strukture pletiva ubrajaju se parametri koji se najčešće mjere i koriste prilikom kontrole u izradi pletiva pa se ovi parametri još nazivaju i tehnološki parametri strukture pletiva. U ove parametre najčešće se ubrajaju, [14,15]:

- zbijenost očica u redu pletiva ili horizontalna gustoća pletiva, ( $D_h$ ),
- zbijenost očica u nizu pletiva ili vertikalna gustoća pletiva, ( $D_v$ ),
- utrošak niti u očici ili uplitanje pređe za oblikovanje jedne očice, ( $\ell$ ),
- debljina pletiva, ( $D_p$ ) i
- površinska masa pletiva ili masa četvornog metra pletiva, ( $m$ ).

Prilikom analize parametara strukture pletiva, jedan dio parametara se može izmjeriti, a da se pletivo ne uništava. Drugi dio parametara se dobije destrukcijom ili uništavanjem pletiva, najčešće paranjem pređe iz uzorka pletiva. Osnovna značajka kulirnih pletiva je da se iz njih nit jednostavno para. S isparanom niti mogu se odrediti značajni parametri kao što su struktura i finoća pređe i utrošak niti u očici. Pletivo se para po određenom načelu. Para se jedna za drugom nit u osnovi obrnutim postupkom od pletenja. Kod kulirnih pletiva jednom se niti izrađuje jedan red očica. Kad se iz pletiva para nit tada se para nit iz reda očica. Ako se izmjeri masa i duljina isparane niti tada se može izračunati finoća niti. Ako se zna broj očica koji se para tada se može odrediti utrošak niti u očici. Prema tome, za početak je potrebno definirati red i niz očica, tj. smjer paranja niti. Zbijenost očica u redu ( $D_h$ ) i nizu ( $D_v$ ) može se brojati, a da se pletivo ne para, ne uništava. Iz dobivenih parametara mogu se izračunati ostali, tzv. izvedbeni parametri.



Sl.3.-8 Položaj očica u glatkom kulirnom desno-lijevom pletivu

**Korak očice** (  $A$  ) je razmak između dvije središnjice susjednih očica u jednom redu pletiva na jednoj površini pletiva, sl.3.-8. Prosječna vrijednost koraka očice može se izračunati iz zbijenosti očica u redu.

$$A = M_{jp} / D_h \quad (\text{mm}) \quad (1)$$

Gdje je :  $M_{jp}$  – mjerna jedinica za pletivo koja može biti 10, 20, 50, 100 mm  
 $D_h$  – zbijenost očica u redu pletiva, (horizontalna gustoća), oč./cm

**Visina reda očica** (  $B$  ) je razmak između dvije glave susjednih očica u jednom nizu pletiva. Prosječna vrijednost visine reda očica može se izračunati iz zbijenosti očica u nizu.

$$B = M_{jp} / D_v \quad (\text{mm}) \quad (2)$$

Gdje je :  $M_{jp}$  – mjerna jedinica koja može biti 10, 20, 50, 100 mm  
 $D_v$  – zbijenost očica u nizu, (vertikalna gustoća), oč./cm

**Koeficijent zbijenosti očica** (  $C$  ) je odnos visine reda očica i koraka očice ili zbijenosti očica u redu i nizu.

$$C = B / A = D_h / D_v \quad (3)$$

**Debljina pređe** (  $d$  ) može se također odrediti računski i eksperimentalno. Računski se određuje pomoću jednadžbe :

$$d = C_x \cdot \sqrt{T_t} \quad (4)$$

Gdje je :  $C_x$  - odgovarajući koeficijent, npr. općenito za PA multifilamentne pređe pri izradi finih ženskih čarapa :  $C_p = 0,04$ ;  $T_t$  – finoća pređe, tex

**Utrošak pređe za oblikovanje očice** (  $\ell$  ) može se izračunati na više načina, a ovdje se navodi primjena klasične, kod nas najčešće korištene jednadžbe, npr.

$$\ell = 1,57 \cdot A + \pi \cdot d + 2 \cdot B \quad (5)$$

**Utrošak pređe u jedinici površine** (  $L_p$  ), veoma često se koristi i podatak utroška niti u jedinici površine. On se dobije umnoškom broja očica u jedinici površine i utroška niti u očici, tj.

$$L_p = D_h \cdot D_v \cdot \ell \quad (\text{mm} / \text{cm}^2) \quad (6)$$

**Plošna masa pletiva** (  $m$  ), najčešće se računa po osnovnoj jedinici površine, a to je metar četvorni. Prema tome, jednadžba za računanje plošne mase pletiva ili mase četvornog metra glatkog kulirnog desno-lijevog pletiva ima slijedeći oblik.

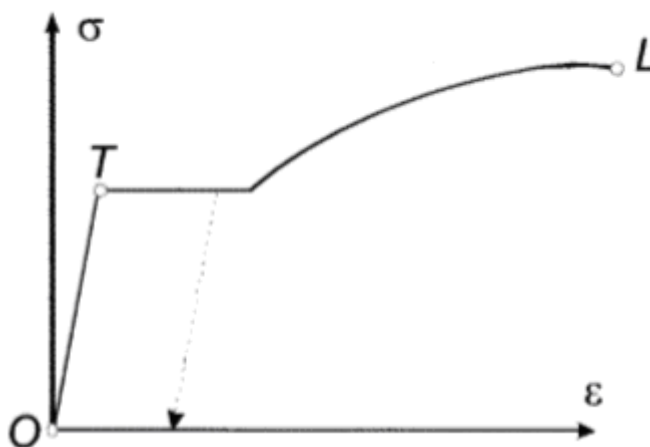
$$m = D_h \cdot D_v \cdot \ell \cdot T_t \cdot 10^{-2} \quad (7)$$

Prethodno su navedene osnovne jednadžbe koje opisuju parametre strukture pletiva. Prilikom izrade pletiva na jednom se stroju mogu na različite načine regulirati određeni parametri. Mnogi su parametri strukture pletiva međusobno povezani pa pri regulaciji jednog parametra mijenjaju se i drugi parametri. Tako npr. najčešće se mijenja dubina kuliranja. S povećanjem dubine kuliranja, igla više povlači niti i utrošak niti u očici je veći pa je pletivo poroznije i laganije. Kod manjih dubina kuliranja dobije se punije i masivnije pletivo, smanjene rastežljivosti.

#### 4. ČVRSTOĆA MATERIJALA

Kad se tijelo podvrgne djelovanju mehaničkog opterećenja, opažamo da dolazi do deformacije, odnosno promjene veličine i oblika tijela, a s dovoljno velikim porastom opterećenja dolazi do loma. Pojam napreznja uvodi se kako bi se ove pojave na pogodan način dovele u vezu s opterećenjem, geometrijom tijela i svojstvima materijala.

Kod osnog ili aksijalnog opterećenja javlja se samo uzdužna sila  $F$  kod uzorka. Pozitivno  $F$  predstavlja vlačnu silu (rastezanje), a negativno tlačnu (sabijanje). Ponašanje materijala pri rastezanju određuje se eksperimentalno vlačnim pokusom ispitanog uzorka (epruvete) na odgovarajućem stroju – kidalici/dinamometru. Kao rezultat pokusa dobiva se dijagram rastezanja – međuovisnost produljenja  $\Delta l$  i vlačne sile  $F$ , [16].



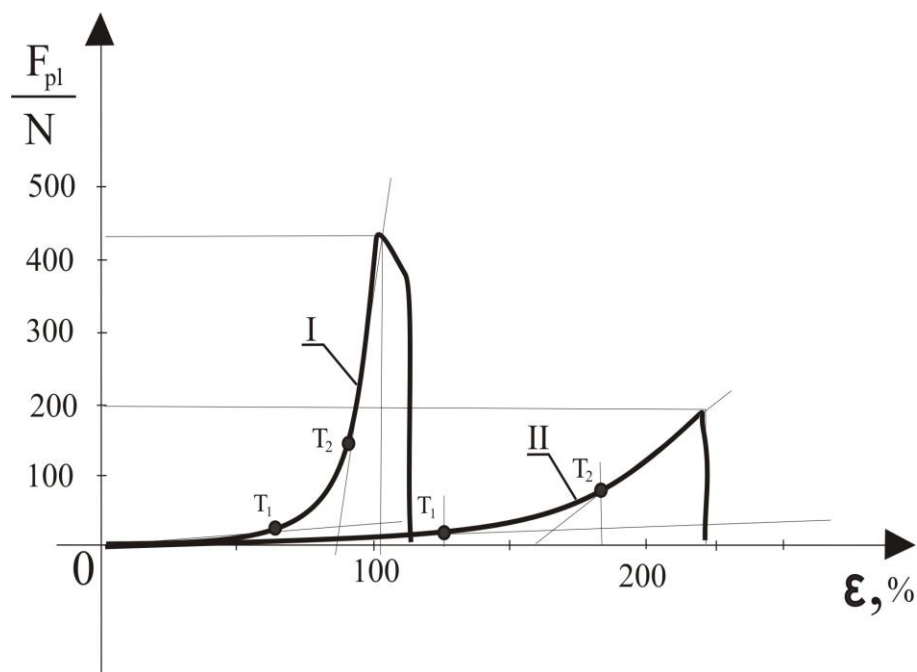
Sl.4.-1 Dijagram koji nastaje pri jednoosnom rastezanju materijala registrira silu i istezanje

U području vlačne karakteristike od ishodišta  $O$  do točke  $T$  ponašanje materijala je linearno elastično, tj. deformacija je razmjerna napreznju i po rasterećenju se gubi. Pojava u točki  $T$  da deformacija naglo raste bez daljnjeg porasta napreznja naziva se tečenje – materijal se trajno preoblikuje, jer po rasterećenju deformacija ne iščezava, na crtanoj liniji u dijagramu rastezanja govori se o trajnoj ili plastičnoj deformaciji.

Nakon praktički vodoravnog dijela u plastičnom dijelu karakteristike, koji nazivamo plato tečenja, nastupa stanovito očvršćenje i dostiže se granica loma – u točki L dolazi do pucanja. Samo u dijelu karakteristike od O do T imamo ponašanje u skladu s hipotezom o linearnoj elastičnosti. U pravilu se dostizanje i prekoračenje granice tečenja ne dopušta, jer to znači trajno narušavanje početnog stanja tijela ili konstrukcije.

#### 4.1. Rastežljivost desno-lijevog kulirnog pletiva

Glatko kulirno desno-lijevano pletivo je zbog svoje strukture oko dva puta rastežljivije u smjeru redova nego u smjeru nizova očica. Prilikom istežanja pletiva u širinu ono se skraćuje po duljini. Za funkcionalnu upotrebu odjevnih predmeta ili pletenih proizvoda ovo je često jedno od nepoželjnih fizikalno-mehaničkih svojstava jer se prilikom rastežanja po širini ono skraćuje po duljini. Zbog oblika uplitanja pređe u pletivo prekidna sila pletiva je veća u smjeru nizova nego smjeru redova i znatno manje odstupa od prosječne vrijednosti, sl.4.-2, [17].



Sl. 4.-2 Općeniti dijagram sila/istežanje za desno-lijevano kulirno pletivo; I) u smjeru nizova očica i II) u smjeru redova očica;  $T_1$  - kraj elastičnog područja,  $T_2$  - točka infleksije, početak plastičnog područja



Detaljnou analizom dijagrama sila istezanja pletiva, sl. 4.-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 uzoraka pletiva izrađenih poliamidnim filamentnim pređama u glatkom kulirnom prepletu, istezljivost pletiva u smjeru redova za ovaj dio krivulje često iznosi oko 50 % 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 20 % od ukupne istezljivosti. Istezanje pletiva do točke  $T_1$  zanimljivo je u izradi jednostavnih finih dugačkih ženskih čarapa ili čarapa s gaćicama kompresivnosti do 3 mmHg, (0,4 kPa). Drugi dio dijagrama koji obuhvaća područje od točke  $T_1$  do točke  $T_2$  zanimljiv je pri izradi finih ženskih dugačkih čarapa i čarapa s gaćicama koje imaju povećanu kompresivnost, koja iznosi 5 do 12 mmHg ili 0,6 do 1,6 kPa. Nakon točke  $T_2$ , 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 30 % i veći dio također je linearan. Ako se želi promijeniti iznos istezanja i elastičnosti pletiva tada se samo u pojedine redove može uplitati elastanska nit određene finoće. Za daljnje promjene iznosa istezanja i elastičnosti pletiva može se u svaki red uplitati po jedna elastanska pređa i jedna poliamidna. Određeni stupanj istezanja i elastičnosti može se dobiti uplitanjem PA i elastanskih pređa različitih finoća i struktura. Pojedine finoće pređe treba uskladiti s konstrukcijom stroja na kojem se izrađuju uzorci, naročito s finoćom stroja. Daljnja kombinacija je da se pored glatkih i platirnih prepleta mogu koristiti i zahvatni prepleti s prethodnim kombinacijama pređa. Kod izrade elastičnih cjevastih proizvoda ponekad se definira područje istezanja i pri definiranom istezanju potrebno je ostvariti zadanu kompresivnost na podlogu. Ovo su složeniji zadaci koji zahtijevaju pređe ujednačenih svojstava i prihvatljive uvijete oplemenjivanja pletiva. Pri izradi rekreacijske odjeće ili odjeće za profesionalne sportaše veoma je često zanimljivo područje istezanja 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, [8,11].

Pletivo posjeduje svojstvo znatnog rastezanja pod djelovanjem vanjskih vlačnih sila. Po smjeru opterećenja i deformacija razlikuje se: a) rastezanje u duljinu ili u smjeru nizova očica, b) rastezanje u širinu ili u smjeru redova očica i c) opću rastežljivost ili istovremeno rastezanje u oba smjera. Sve ove rastežljivosti ovise o duljini očice, debljini pređe i istežanju pređe. Rastežljivost je veća što je duljina očice veća, istežanje pređe veće i debljina pređe manja. To posebno dolazi do izražaja kod finih ženskih čarapa. Da bi se povećala rastežljivost pletiva koje priliježe u natkoljenici, u tom se dijelu čarape pletu dulje očice, dok su u pletivu koje priliježe uz gležanj i stopalo očice najkraće. Rastežljivost pletiva mjeri se na dinamometru istovremeno s mjerenjem sile istežanja, [18]. Na osnovi podataka trganja pletiva mogu se dobiti pojedina područja istežanja pletiva.

Relativno prekidno istežanje očice u dužinu jednako je:

$$\varepsilon = ((B_{\max} - B) / B) * 100 \quad (\%) \quad (8)$$

a u širinu:

$$\varepsilon_s = ((A_{\max} - A) / A) * 100 \quad (\%) \quad (9)$$

*Gdje je:*  $A_{\max}$  – maksimalno rastegnuti korak očice, mm;  $B_{\max}$  – maksimalno rastegnuta visina reda očica, mm;  $A$  – korak očice prije rastežanja, mm;  $B$  – visina reda očica prije rastežanja, mm.

Maksimalna rastežljivost reda očica, jednaka je:

$$B_{\max} = (l - 3 \pi d) / 2 \quad (\text{mm}) \quad (10)$$

a duljina niti u rastegnutoj očici:

$$l = 3 \pi d + 2 B_{\max} \quad (\text{mm}) \quad (11)$$

*gdje je:*  $d$  – uvjetni promjer pređe, mm.

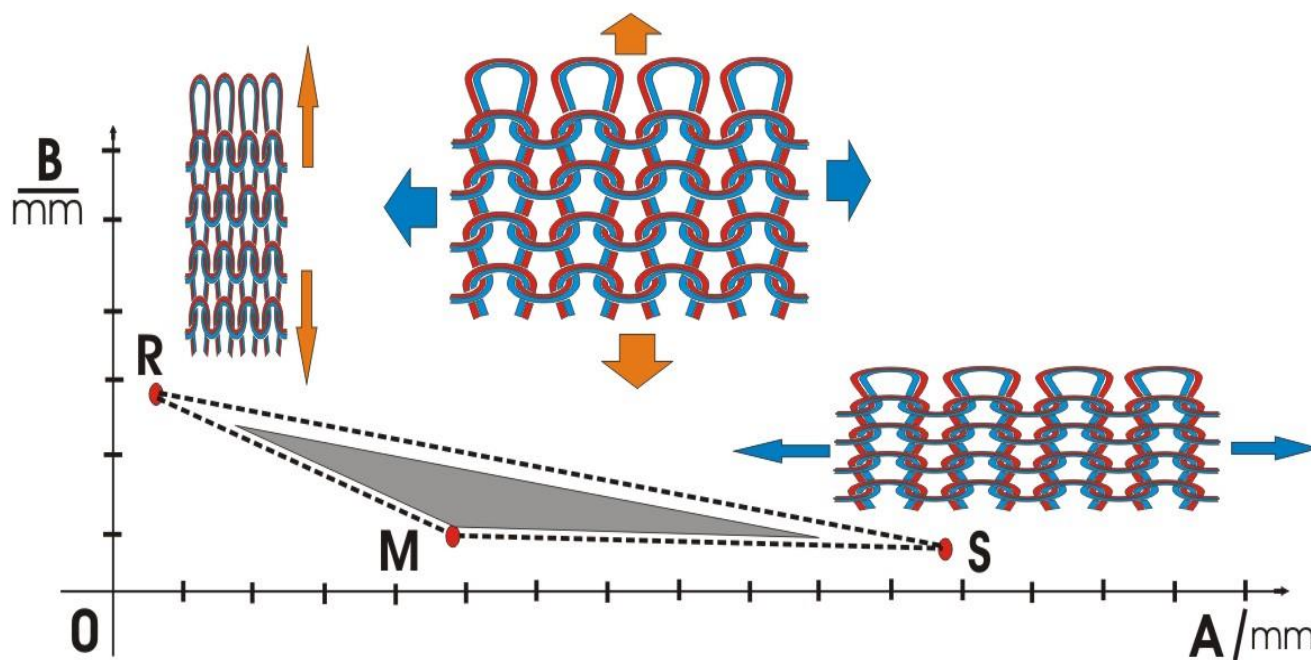
Iz toga slijedi da je maksimalna rastežljivost očice u širinu:

$$A_{\max} = l - 3 \pi d \quad (\text{mm}) \quad (12)$$

Iz gornjih jednadžbi slijedi da je maksimalni korak očice dva puta veći od maksimalne visine reda očica, tj.

$$A_{\max} = 2 B_{\max} \quad (13)$$

Na temelju maksimalnog koraka očice,  $A_{\max}$ , maksimalne visine reda očica,  $B_{\max}$ , te stvarne visine reda očica  $B$  i koraka očice  $A$ , može se konstruirati trokut koji opisuje ravninsku rastezljivost pletiva, sl. 4.-3, [19].



Sl. 4.-3 Opći dijagram poprečnog i uzdužnog istezanja desno-lijevog pletiva finih ženskih čarapa;  $A$  - korak očice, mm,  $B$  - visina reda očica, točke:  $M(A, B)$ ,  $S(A_{\max}, B_{\min})$ ,  $R(B_{\max}, A_{\min})$

# EKSPERIMENTALNI DIO

*U eksperimentalnom dijelu izrađena su ukupno 24 osnovna uzorka cjevastih elastičnih pletiva na čaraparskom automatu finoće E32, promjera cilindrične iglenice 100 mm, (4e“) koji je pleo s 400 igala. Uzorci pletiva su izrađivani PA multifilamentnim pređama finoće 20 dtex f 20, 33 dtex f 34, 40 dtex f 40, 60 dtex f 60, te elastanskim pređama finoće 22/17 dtex f7. Prva grupa uzoraka izrađena je u potpuno platirnom prepletu, a druga grupa u djelomično platirnom prepletu 1+1. Sa svakom PA pređom izrađena su po tri uzorka pletiva s različitim dubinama kuliranja jediničnih iznosa 550, 700, 850. Iz svakog osnovnog cjevastog uzorka pletiva izrezano je 3 do 5 trakastih uzoraka veličine 50 x 200 mm koji su koristili za mjerenje istežanja pri vlačnom opterećenju. Razmak između hvatalica na stezaljkama dinamometra je iznosio 75 mm. Rezani su uzorci u smjeru redova očica i smjeru nizova očica.*

## 5. CILJ EKSPERIMENTALNOG RADA

Cilj istraživanja u ovom diplomskom radu je bio utvrditi rastezna svojstva pređa za izradu finih ženskih čarapa i određenih struktura cjevastih pletiva koje se nalaze u finim ženskim čarapama. Fine ženske čarape izrađuju se kao stopalice, kratke, dokoljenke, dugačke i čarape s gaćicama. Svi navedeni oblici imaju svoje strukture i značajke. Pri izradi dugačkih finih ženskih čarapa ili čarapa s gaćicama koriste se različite strukture pletiva. Čarapa se plete na jednom stroju koji ima nepromjenjiv promjer iglenice i najčešće uvijek jednak broj igala u radu. Na cilindričnoj iglenici određenog promjera treba izraditi različite širine i strukture pletiva koje će funkcionalno nalijegati i prekrivati žensku nogu te biti udobne pri nošenju. Dubina kuliranja na stroju je vrlo bitna karakteristika koja značajno utječe na rastezna svojstva pletiva finih ženskih čarapa. S većom dubinom kuliranja igla povlači sve više niti pa je njen utrošak u očici veći, pletivo poroznije i laganije. Slično se događa prilikom istežanja pletiva. Pletivo izrađeno s većom dubinom kuliranja ima veće istežanje i dulje vrijeme do prekida. Ovakva struktura pletiva se koriste za nogavicu čarape koja prekriva natkoljениčni dio noge. S manjim dubinama kuliranja dobije se uže, punije, masivnije i manje rastezljivo pletivo koje se koristi pri izradi stopala čarape. Prilikom projektiranja strukture čarape projektant koristi pet do petnaest različitih dubina kuliranja pri izradi jedne čarape. Iskustvo projektanta u slaganju upravljačkog programa pri izradi čarape znatno utječe na kvalitetu i udobnost nošenja čarape, [11].

Zbog navedenog, cilj istraživanja u ovom radu je analizirati rastezna svojstva nedorađenih cjevastih pletiva određenih struktura koje se nalaze u finim ženskim čarapama. Pletiva su izrađena s tri različite dubine kuliranja jediničnih iznosa 550, 700 i 850. Ovi jedinični iznosi su bezdimenzijski brojevi koji se kao brojčani podaci unose u računalni program i predstavljaju pomak igle od platine u određenom dužinskom iznosu. Iz izrađenih cjevastih uzoraka pletiva širine oko 10 cm x 2 i duljine 40 do 80 cm, rezani su linearni uzorci pletiva koji su istežani na dinamometru pri čemu je mjerena vlačna sila i veličina istežanja. Uzorci su rezani u smjeru redova očica ili poprečno i smjeru nizova očica ili uzdužno, tj. uzduž čarape.

### 5.1. Značajke stroja za izradu uzoraka pletiva

Za ova istraživanja korišten je čaraparski automat promjera iglenice 100 mm ili 4e" koji je pleo sa 400 igala na četiri pletača sustava (tab. 5.-1). Razmak između središnjice dvije susjedne igle iznosi 0,80 mm. Debljina tijela igle iznosi 0,33 mm, a kukice za zahvaćanje niti 0,26 mm. Na ovakvoj konstrukciji automata preporučljivo je izrađivati finu žensku čarapu s PA multifilamentnim pređama finoće 13 do 72 dtex. Pri izradi fine ženske čarape često se koristi jedna pređa i različite dubine kuliranja. U ovom je slučaju veoma otežano uzimanje uzoraka iz čarapa i mjerenje njihova istežanja jer se na maloj površini pletiva miješaju dvije ili tri različite gustoće pletiva koje su dobivene pri određenim dubinama kuliranja. Zbog toga su za ova istraživanja izrađivani pojedini uzorci s jednom dubinom kuliranja. S jednom pređom i jednim prepletom izrađeni su uzorci pletiva različitih dubina kuliranja, jediničnog iznosa 550, 700 i 850. Izrađeni cjevasti uzorci pletiva su duljine 40 do 80 cm i pogodni su za različite analize.

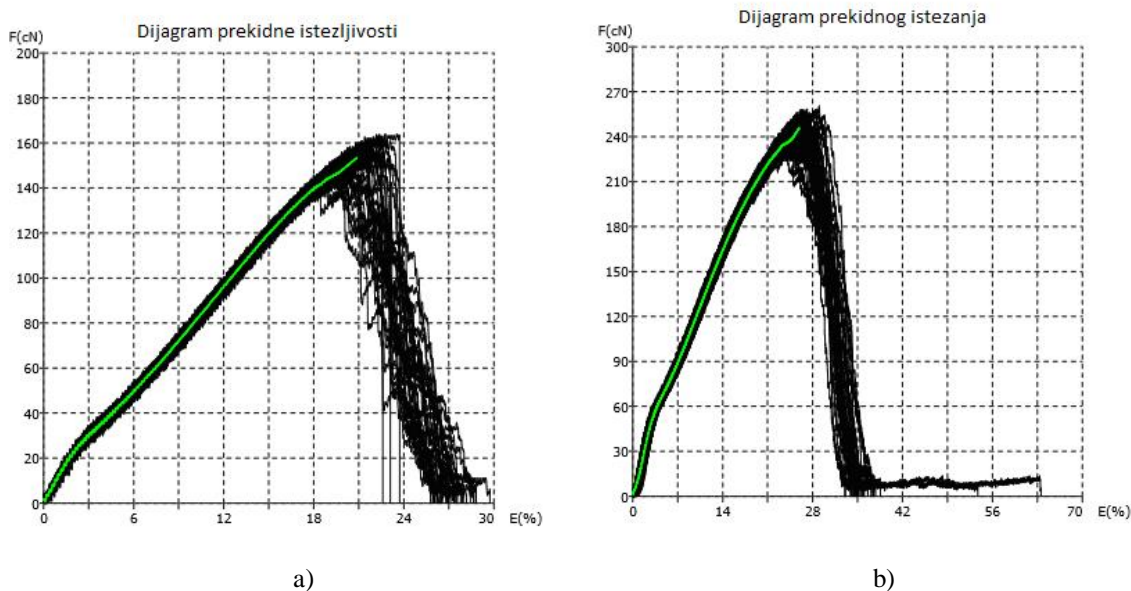
Tab. 5.-1 Značajke čaraparskog automata na kojem su izrađivani cjevasti elastični uzorci pletiva

<i>Konstruktivske značajke stroja</i>	<i>Čaraparski automat</i>
Finoća automata, E	32
Promjer cilindra, mm/e"	100/4
Broj pletaćih sistema, S	4
Broj igala, N <sub>i</sub>	400
Radna brzina cilindra, min <sup>-1</sup>	250 do 700

### 5.2. Značajke pređa za izradu uzoraka

Uzorci su pleteni s poliamidnim multifilamentnim pređama (PA 6.6) i elastanskim pređama. PA pređe se dobivaju postupkom ispredanja iz taline. Nylon 6.6 počeo je s uporabom 1935. godine, a uskoro i korištenjem u čaraparstvu. Prvo su ga miješali s pamučnim vlaknom, a danas se pri izradi kratkih muških čarapa koristi također s pamučnim vlaknima po načelu da se u jedan red pletiva upliće jedna PA multifilamentna pređa i jedna pamučna, znatno grublja pređa.

Pri izradi finih ženskih čarapa koriste se isključivo PA pređe sintetskog porijekla. U ovom radu, upotrijebljena najfinija PA pređa imala je finoću 20 dtex, a najgrublja 60 dtex. Ujedno, ove dvije pređe imaju najveće prekidno istežanje. Kod pređe finoće 20 tex prekidno istežanje je iznosilo 27,6 %, kod pređe finoće 60 dtex prekidno istežanje je iznosilo 25,89 %, kod pređe finoće 33 dtex prekidno istežanje je iznosilo 25,04 % i kod pređe finoće 40 dtex prekidno istežanje je bilo najmanje i iznosilo je 20,85 %, tab. 5.-2. Međutim, za pređu finoće 60 dtex potrebna je duplo veća sila koja vodi do prekida i ona iznosi 246,19 cN, a za pređu finoće 20 dtex, prekidna sila iznosi 100,71 cN. Kako raste broj finoće pređe u dtex tako se povećava i sila do prekida. Na dijagramima istežanja pređa uočljivo je kako kod pređa finoće 33 dtex f 34 i 40 dtex f 40 postoji najveće odstupanje, odnosno najveća nejednoličnost. Pređe finoće 60 dtex f 60 i 20 dtex f 20 su znatno jednoličnije i kompaktnije zbog čega imaju manju varijaciju prekidne istežljivosti, sl.5.-1. Iz prethodnih podataka se izračuna čvrstoća pređe. Pređe finoće 20 dtex i 33 dtex imaju veću čvrstoću od ostale dvije pređe. Kod pređe finoće 22 dtex prekidna čvrstoća iznosi 5,04 cN/dtex, a kod pređe finoće 33 dtex, prekidna čvrstoća iznosi 4,44 cN/dtex. Dijagrami istežnih svojstava pređa pokazuju mjesta prekida pojedinih vlakana. Obično se iz dijagrama trganja može iščitati broj filamenata.



Sl.5.-1 Vlačna svojstva PA multifilamentnih pređa: a) finoće 40 dtex f 40 i b) 60 dtex f 60

Tab. 5.-2 Rastezna svojstva PA multifilamentnih pređa koje su upotrijebljene u izradi cjevastih elastičnih uzoraka pletiva

Značajka pređe →	Prekidno istežanje, %	Prekidna sila, cN	Rad do prekida, cN·cm	Čvrstoća, cN/dtex	Vrijeme do prekida, s
20 dtex f20	27,60	100,71	799,05	5,04	20,67
33 dtex f34	25,04	146,59	1026,02	4,44	19,20
40 dtex f40	20,85	153,75	868,57	3,84	16,39
60 dtex f60	25,89	246,19	1873,39	4,10	22,19

Da se pri analizi pojedini uzorci ne bi izmiješali označeni su pojedinim bojama. Tako uzorci izrađeni pređama finoće 20 dtex označeni su jednom linijom boje; i to kod dubine kuliranja 550 jedinica sa crvenom bojom (1XC), kod dubine kuliranja 700 jedinica sa žutom bojom (1XŽ) i dubinom kuliranja 850 jedinica sa narančastom bojom (1XN). Uzorci izrađivani s pređom finoće 33 dtex označeni su s dvije linije navedenih boja, uzorci pleteni s pređom finoće 40 dtex s tri linije i uzorci pleteni s pređama finoće 60 dtex sa četiri linije navedenih boja.

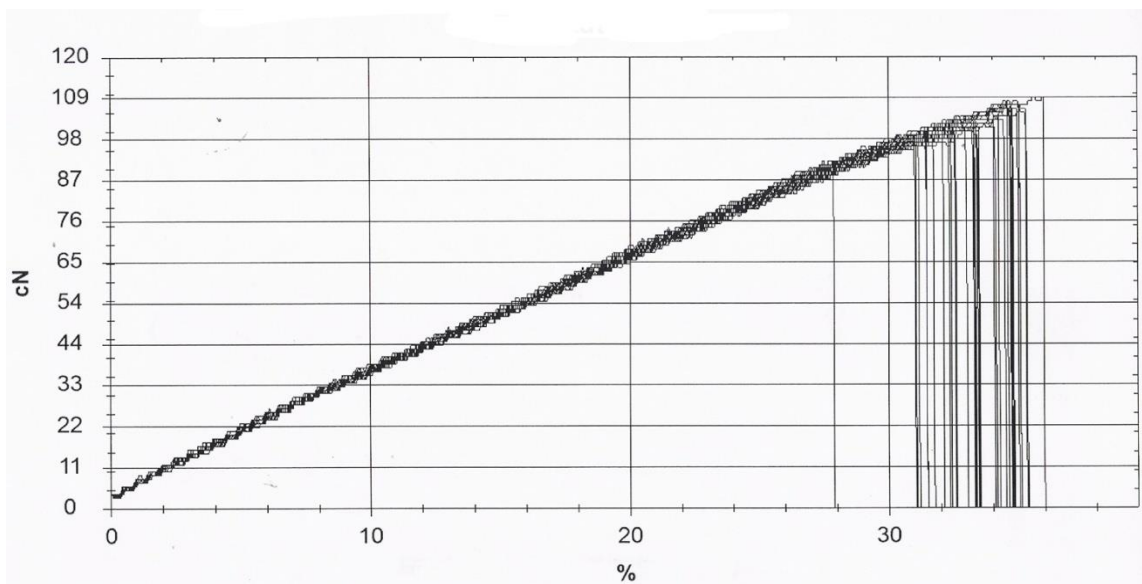
Tab. 5.-3 Osnovne značajke PA multifilamentnih pređa za izradu uzoraka i oznake uzoraka

Dubina kuliranja →	550	700	850
Finoća pređe ↓	Oznaka uzorka		
20 dtex f 20	1 X C	1 X Ž	1 X N
33 dtex f 34	2 X C	2 X Ž	2 X N
40 dtex f 40	3 X C	3 X Ž	3 X N
60 dtex f 60	4 X C	4 X Ž	4 X N

S prethodno navedenim PA multifilamentnim pređama izrađivana je temeljna struktura pletiva. U jednoj grupi uzoraka pored navedene PA pređe u svaki se red uplitala i elastanska pređa finoće 22/17 dtex f7 pa su na taj način dobivena platirna pletiva. U drugoj polovici uzoraka elastanska je pređa uplitanu u svaki drugi red pa se dobilo djelomično platirno pletivo 1+1, tj. svaki drugi red platira ili u jednom se redu očica nalazi samo PA pređa, a u drugom redu pored PA pređe se nalazi i elastanska pređa. Na taj način su dobivene dvije osnovne grupe uzoraka cjevastih pletiva ili osam osnovnih grupa s dva prepleta. Svaki navedeni osnovni uzorak je izrađivan s tri različite dubine kuliranja kojima je izrađeno ukupno 24 grupe različitih struktura pletiva.



Na sl. 5.-2 prikazan je dijagram sila/istezanje za navedenu elastansku pređu finoće 22/17 dtex f7. Na osi apscisa nalazi se istezanje pređe (%), dok je na osi ordinate vlačna sila izražena u cN. Značajniji podaci iz ovog dijagrama prikazani su u tab.5.-4. Najveća sila koju je pređa dosegla iznosi 109,83 cN, a prekidno istezanje 35,62 %. Najmanja sila iznosila je 92,18 cN, a prosječna prekidna čvrstoća 41,23 cN/tex.



Sl.5.-2 Dijagram sila/istezanje za elastansku pređu finoće 22/17 dtex f7

Tab. 5.-4 Rastezna svojstva elastanske pređe finoće 22/17 dtex f7

Značajke pređe	Srednja vrijednost	Max vrijednost	Min vrijednost
Prekidno istezanje, %	32,89	35,62	27,71
Prekidna sila, cN	103,08	109,83	92,18
Čvrstoća, cN/dtex	4,12	4,39	3,69
Vrijeme do prekida, sek	19,73	21,37	16,62

## 6. REZULTATI MJERENJA PARAMETARA STRUKTURE PLETIVA

S obzirom da su cilj ovog rada vlačna svojstva pletiva, mjeren je utrošak niti u očici kao najznačajniji parametar strukture pletiva koji bitno utječe na veličinu istežanja pletiva. U osnovi su izrađivana dva temeljna uzorka pletiva. Prvi je uzorak izrađivan u platirnom prepletu pri čemu su u jedan red pletiva upletene dvije pređe: jedna poliamidna i jedna elastanska. Drugi je uzorak izrađivan u djelomično platirnom prepletu pri čemu je svaki red pletiva izrađivan poliamidnom pređom, a u svaki drugi red je uplitana elastanska pređa. Zbog ovakvih prepleta potrebno je bilo odvojeno parati niti iz pojedinih redova i mjeriti njihovu duljinu. Navedena analiza je obavljena na svim uzorcima pletiva izrađenim pređama različitih finoća i dubina kuliranja.

**Rezultati mjerenja utroška niti u očici (  $\ell$  )** obavljeni su paranjem pređe iz pletiva. Izrađena pletiva su dobivena na stroju koji je pleo s 400 igala pa se u svakom redu cjevastog pletiva nalazi 400 očica. Pletivo je izrađeno PA i elastanskim pređama. Poliamidne pređe s kojima su izrađena pletiva imaju različite finoće: 20 dtex f 20, 33 dtex f 34, 40 dtex f 40 i 60 dtex f 60, a elastanska 22/17 dtex f 7. Osim s četiri različite finoće, pletiva su izrađena i s tri dubine kuliranja: 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica. S dubinom kuliranja se povećava duljina niti koja se parala iz pletiva, što znači da dubina kuliranja 550 jedinica daje najkraću isparanu duljinu niti, a dubina kuliranja od 850 jedinica daje najveću duljinu. Niti se paraju na način da se cjevasti oblik pletiva razreže uzdužno između dva niza očica te se izvlači nit po nit iz svakog reda. Na ovaj način isparano je 10 pređa iz 10 redova pletiva. Svaka nit se ručno mjerila na posebnom uređaju koji mjeri njezinu dužinu. Načelo rada je takvo da se jedan kraj isparane pređe pričvrsti za gornju hvatalicu, a za drugi kraj je pričvršćeno opterećenje u iznosu 0,7 cN/tex, i potom se očita izmjerena duljina pređe. Za pređu finoće 20 dtex opterećenje je iznosilo 1,4 g, za pređu finoće 33 dtex opterećenje je iznosilo 2,3 cN, za pređu finoće 40 dtex opterećenje je iznosilo 2,8 cN i za pređu finoće 60 dtex opterećenje je iznosilo 4,2 cN, a za elastansku pređu 1,5 cN. Način mjerenja se može vidjeti na slici 6.-1. Izmjerena duljina niti u jednom redu pletiva podijeljena je s 400 očica pa se dobio prosječan utrošak niti za oblikovanje jedne očice.



a)



b)



c)

Sl.6.-1 Mjerenje utroška niti u očici: a) stalak za mjerenje utroška niti u očici, b) gornja hvatalica, c) donja hvatalica s opterećenjem

Tab. 6.-1 Rezultati mjerenja utroška niti u očici za djelomično platirno pletivo 1+1 izrađeno PA pređom finoće od 20 dtex i elastanskom 22/17 dtex pri dubini kuliranja 550

Finoća pređe 20 dtex f20	Dubina kuliranja, $h_k$ <b>550</b>					
	PA		Elastan (Lycra)		PA uz elastan	
Broj mjerenja	400 očica, mm	1 očica, mm	400 očica, mm	1 očica, mm	400 očica, mm	1 očica, mm
1.	960	2,40	635	1,59	845	2,11
2.	930	2,33	615	1,54	870	2,18
3.	940	2,35	605	1,51	865	2,16
4.	930	2,33	605	1,51	870	2,18
5.	955	2,39	600	1,50	845	2,11
6.	935	2,34	605	1,51	875	2,19
7.	950	2,38	630	1,58	850	2,13
8.	925	2,31	610	1,53	860	2,15
9.	935	2,34	620	1,55	880	2,20
10.	940	2,35	615	1,54	855	2,14
<b>Ukupno</b>	<b>9400</b>	<b>23,50</b>	<b>6140</b>	<b>15,35</b>	<b>8615</b>	<b>21,54</b>
<b>L<sub>p</sub>, m</b>	9,4	-	6,14	-	8,62	-
<b>Masa, (g)</b>	0,0218	-	0,024	-	0,0202	-
<b>Standardna devijacija</b>	11,55	0,03	11,49	0,03	12,48	0,03
<b>Pogreška kod p=0,05</b>	7,16	0,02	7,13	0,02	7,74	0,02
<b>Finoća (tex)</b>	2,31	-	3,91	-	2,34	-
<b>X<sub>s</sub></b>	<b>940±7,16</b>	<b>2,35±0,02</b>	<b>614±7,13</b>	<b>1,54±0,02</b>	<b>862±7,74</b>	<b>2,15±0,02</b>

Gdje je: L<sub>p</sub> – duljina pređe, mm, X<sub>s</sub> – aritmetička sredina

Tab. 6.-2 Rezultati mjerenja utroška niti u očici za djelomično platirno pletivo 1+1 izrađeno PA predom finoće od 20 dtex i elastanskom 22/17 dtex pri dubini kuliranja 700

Finoća pređe 20 dtex f20	Dubina kuliranja 700					
	PA		Elastan (Lycra)		PA uz elastan	
Broj mjerenja	400 očica, mm	1 očica, mm	400 očica, mm	1 očica, mm	400 očica, mm	1 očica, mm
1.	1050	2,63	725	1,81	960	2,40
2.	1050	2,63	680	1,70	980	2,45
3.	1020	2,55	700	1,75	970	2,43
4.	1055	2,64	670	1,68	985	2,46
5.	1035	2,59	680	1,70	965	2,41
6.	1050	2,63	710	1,78	970	2,43
7.	1050	2,63	685	1,71	970	2,43
8.	1045	2,61	685	1,71	965	2,41
9.	1050	2,63	695	1,74	980	2,45
10.	1050	2,63	705	1,76	985	2,46
<b>Ukupno</b>	<b>10455</b>	<b>26,14</b>	<b>6935</b>	<b>17,34</b>	<b>9730</b>	<b>24,33</b>
<b>Lp, m</b>	10,46	-	6,94	-	9,73	-
<b>Masa, (g)</b>	0,0246	-	0,0269	-	0,0227	-
<b>Standardna devijacija</b>	10,39	0,03	16,68	0,04	8,88	0,02
<b>Pogreška kod p=0,05</b>	6,44	0,02	10,34	0,03	5,50	0,01
<b>Finoća (tex)</b>	2,35	-	3,88	-	2,33	-
<b>X<sub>s</sub></b>	<b>1046±6,44</b>	<b>2,61±0,02</b>	<b>694±10,34</b>	<b>1,73±0,03</b>	<b>973±5,50</b>	<b>2,43±0,01</b>

Tab. 6.-3 Rezultati mjerenja utroška niti u očici za djelomično platirno pletivo 1+1 izrađeno PA predom finoće od 20 dtex i elastanskom 22/17 dtex pri dubini kuliranja 850

Finoća pređe 20 dtex f20	Dubina kuliranja <b>850</b>					
	PA		Elastan (Lycra)		PA uz elastan	
Broj mjerenja	400 očica, mm	1 očica, mm	400 očica, mm	1 očica, mm	400 očica, mm	1 očica, mm
1.	1160	2,90	810	2,03	1090	2,73
2.	1185	2,96	800	2,00	1110	2,78
3.	1175	2,94	790	1,98	1105	2,76
4.	1170	2,93	790	1,98	1110	2,78
5.	1170	2,93	800	2,00	1100	2,75
6.	1180	2,95	780	1,95	1115	2,79
7.	1185	2,96	790	1,98	1110	2,78
8.	1190	2,98	790	1,98	1100	2,75
9.	1170	2,93	790	1,98	1115	2,79
10.	1190	2,98	785	1,96	1110	2,78
<i>Ukupno</i>	<i>11775</i>	<i>29,44</i>	<i>7925</i>	<i>19,81</i>	<i>11065</i>	<i>27,66</i>
Lp, m	11,78	-	7,93	-	10,07	-
Masa, (g)	0,0272	-	0,0303	-	0,0256	-
Standardna devijacija	10,07	0,03	8,58	0,02	7,84	0,02
Pogreška kod p=0,05	6,24	0,02	5,32	0,01	4,86	0,01
Finoća (tex)	2,31	-	3,82	-	2,54	-
$\bar{X}_s$	<b>1178±6,24</b>	<b>2,94±0,02</b>	<b>793±5,32</b>	<b>1,98±0,01</b>	<b>1107±4,86</b>	<b>2,77±0,01</b>

Tab. 6.-4 Rezultati mjerenja utroška niti u očici u djelomično platirnim pletivima 1+1

Pređe →		PA		Elastan (Lycra)		PA uz elastan	
Broj očica → Dubina kuliranja ↓		400 očica, mm	1 očica, mm	400 očica, mm	1 očica, mm	400 očica, mm	1 očica, mm
Finoća pređe 20 dtex f20	550	940±7,16	2,35±0,02	614±7,13	1,54±0,02	862±7,74	2,15±0,02
	700	1046±6,44	2,61±0,02	694±10,34	1,73±0,03	973±5,50	2,43±0,01
	850	1178±6,24	2,94±0,02	793±5,32	1,98±0,01	1107±4,86	2,77±0,01
Finoća pređe 33 dtex f34	550	954±1,96	2,39±0,05	651±5,81	1,63±0,01	888±8,55	2,22±0,02
	700	1034±6,38	2,58±0,02	723±4,20	1,81±0,01	988±8,67	2,47±0,02
	850	1185±2,07	2,96±0,01	810±5,84	2,03±0,01	1123±6,46	2,81±0,02
Finoća pređe 40 dtex f40	550	957±2,55	2,39±0,01	659±5,62	1,65±0,01	899±6,27	2,25±0,02
	700	1061±2,71	2,65±0,01	719±6,50	1,80±0,02	1002±6,06	2,51±0,02
	850	1193±3,64	2,98±0,01	808±4,43	2,02±0,01	1131±11,11	2,83±0,03
Finoća pređe 60 dtex f60	550	953±4,89	2,38±0,01	671±6,82	1,68±0,02	902±7,19	2,26±0,02
	700	1055±3,71	2,64±0,01	739±6,16	1,85±0,02	1012±3,64	2,53±0,01
	850	1189±3,71	2,97±0,01	842±7,33	2,11±0,02	1149±6,82	2,87±0,02

U prethodno navedenim tablicama navedeni su rezultati mjerenja uplitanja pređe u red pletiva i prosječno uplitanje pređe za oblikovanje jedne očice. Prvo su navedene tri osnovne tabele, tab. 6.-1, 6.-2 i 6.-3 u kojima su navedena pojedinačna mjerenja utroška niti u redu pletiva i obrada podataka za uzorke pletiva izrađene pređama finoće 20 dtex f 20. U tab. 6.-4 su navedeni samo prosječni utrošci pređa koje se upliću u red pletiva jer su oni zanimljivi za daljnje analize istezanja i elastičnosti pletiva. Analizirana su djelomično platirna pletiva kod kojih se jedan red izrađuje PA pređom, a drugi red je izgrađen s jednom PA pređom i jednom elastanskom pređom. Kad se u jedan red očica upliće samo PA pređa tada se prosječno za jednu očicu uplete  $2,35\pm 0,02$  do  $2,98\pm 0,01$  mm. S povećanjem dubine kuliranja povećava se i prosječno uplitanje pređe u jednu očicu. Međutim, kad se uz PA pređu upliće i elastanska pređa tada je prosječno uplitanje PA pređe za oblikovanje jedne očice manje i iznosi  $2,15\pm 0,02$  do  $2,87\pm 0,02$  mm, a uplitanje elastanske pređe je još manje i iznosi  $1,54\pm 0,02$  do  $2,11\pm 0,02$  mm.

U narednim tabelama, po prethodnom načelu, navedeni su rezultati mjerenja uplitanja niti u red potpuno platirnih pletiva.

Tab. 6.-5 Rezultati mjerenja utroška niti u očici za potpuno platirno pletivo izrađeno PA predom finoće od 20 dtex i elastanskom 22/17 dtex pri dubini kuliranja 550

Finoća pređe 20 dtex f20	Dubina kuliranja <b>550</b>			
	PA uz elasthan		Elastan (Lycra)	
Broj mjerenja	400 očica, mm	l očica, mm	400 očica, mm	l očica, mm
1.	870	2,18	700	1,75
2.	870	2,18	700	1,75
3.	865	2,16	675	1,69
4.	880	2,20	675	1,69
5.	870	2,18	700	1,75
6.	865	2,16	705	1,76
7.	865	2,16	680	1,70
8.	885	2,21	695	1,74
9.	870	2,18	700	1,75
10.	870	2,18	675	1,69
<b>Ukupno</b>	<b>8710</b>	<b>21,78</b>	<b>6905</b>	<b>17,26</b>
<b>L<sub>p</sub>, m</b>	8,71	-	6,91	-
<b>Masa, (g)</b>	0,0201	-	0,0245	-
<b>Standardna devijacija</b>	6,58	0,02	12,57	0,03
<b>Pogreška kod p=0,05</b>	4,08	0,01	7,79	0,02
<b>Finoća (tex)</b>	2,31	-	3,55	-
<b>X<sub>s</sub></b>	<b>871±4,08</b>	<b>2,18±0,01</b>	<b>691±7,79</b>	<b>1,73±0,02</b>

Gdje je: L<sub>p</sub> – duljina pređe, m, mm, X<sub>s</sub> – aritmetička sredina



Tab. 6.-6 Rezultati mjerenja utroška niti u očici za potpuno platirno pletivo izrađeno PA pređom finoće od 20 dtex i elastanskom 22/17 dtex pri dubini kuliranja 700

Finoća pređe 20 dtex f20	Dubina kuliranja 700			
	PA uz elastan		Elastan (Lycra)	
Broj mjerenja	400 očica, mm	l očica, mm	400 očica, mm	l očica, mm
1.	975	2,44	780	1,95
2.	985	2,46	770	1,93
3.	970	2,43	775	1,94
4.	1000	2,50	780	1,95
5.	985	2,46	760	1,90
6.	985	2,46	775	1,94
7.	990	2,48	775	1,94
8.	1000	2,50	785	1,96
9.	975	2,44	780	1,95
10.	975	2,44	765	1,91
<b>Ukupno</b>	<b>9840</b>	<b>24,60</b>	<b>7745</b>	<b>19,36</b>
<b>Lp, m</b>	9,84	-	7,75	-
<b>Masa, (g)</b>	0,0227	-	0,0284	-
<b>Standardna devijacija</b>	10,49	0,03	7,62	0,02
<b>Pogreška kod p=0,05</b>	6,50	0,02	4,72	0,01
<b>Finoća (tex)</b>	2,31	-	3,66	-
<b>X<sub>s</sub></b>	<b>984±6,50</b>	<b>2,46±0,02</b>	<b>775±4,72</b>	<b>1,94±0,01</b>

Tab. 6.-7 Rezultati mjerenja utroška niti u očici za potpuno platirno pletivo izrađeno PA pređom finoće od 20 dtex i elastanskom 22/17 dtex pri dubini kuliranja 850

Finoća pređe 20 dtex f20	Dubina kuliranja <b>850</b>			
	PA uz elastan		Elastan (Lycra)	
Broj mjerenja	400 očica, mm	1 očica, mm	400 očica, mm	1 očica, mm
1.	1110	2,78	845	2,11
2.	1110	2,78	865	2,16
3.	1105	2,76	890	2,23
4.	1080	2,70	850	2,13
5.	1110	2,78	845	2,11
6.	1105	2,76	860	2,15
7.	1095	2,74	890	2,23
8.	1115	2,79	865	2,16
9.	1110	2,78	845	2,11
10.	1095	2,74	855	2,14
<i>Ukupno</i>	<i>11035</i>	<i>27,59</i>	<i>8610</i>	<i>21,53</i>
Lp, m	11,04	-	8,61	-
Masa, (g)	0,0262	-	0,031	-
Standardna devijacija	10,55	0,03	17,13	0,04
Pogreška kod p=0,05	6,54	0,02	10,62	0,03
Finoća (tex)	2,37	-	3,60	-
<b>X<sub>s</sub></b>	<b>1104±6,54</b>	<b>2,76±0,02</b>	<b>861±10,62</b>	<b>2,15±0,03</b>

Tab. 6.-8 Rezultati mjerenja utroška niti u očici u potpuno platirnim pletivima

Pređe →		PA uz elastan		Elastan (Lycra)	
Broj očica →		400 očica, mm	1 očica, mm	400 očica, mm	1 očica, mm
Dubina kuliranja ↓					
Finoća pređe 20 dtex f20	550	871±4,08	2,18±0,01	691±7,79	1,73±0,02
	700	984±6,50	2,46±0,02	775±4,72	1,94±0,01
	850	1104±6,54	2,76±0,02	861±10,62	2,15±0,03
Finoća pređe 33 dtex f34	550	902±6,06	2,26±0,02	718±4,18	1,80±0,01
	700	1080±8,26	2,70±0,02	794±5,99	1,99±0,01
	850	1130±5,06	2,83±0,01	877±4,43	2,19±0,01
Finoća pređe 40 dtex f40	550	895±8,87	2,24±0,02	683±11,33	1,71±0,03
	700	1032±10,94	2,58±0,03	793±5,89	1,98±0,01
	850	1123±3,93	2,81±0,01	871±3,71	2,18±0,01
Finoća pređe 60 dtex f60	550	912±9,01	2,28±0,02	723±6,88	1,81±0,02
	700	1032±6,03	2,58±0,02	806±8,94	2,01±0,02
	850	1135±7,51	2,84±0,02	881±6,66	2,20±0,02

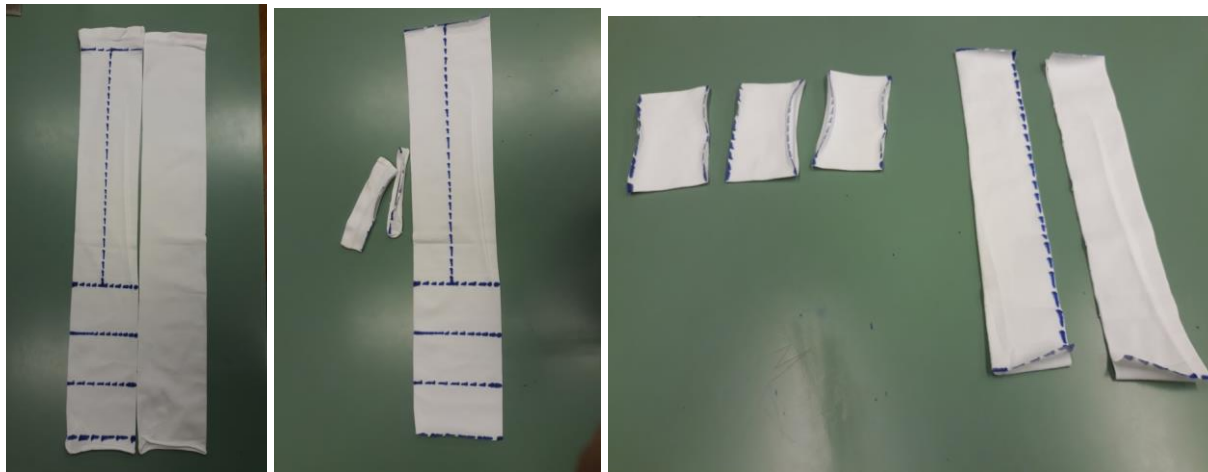
Kao u prethodnom slučaju tako su i ovdje navedeni rezultati mjerenja uplitanja pređe u red potpuno platirnog pletiva i prosječno uplitanje pređe za oblikovanje jedne očice. Prvo su navedene tri osnovne tabele, tab. 6.-5, 6.-6 i 6.-7 u kojima su navedena pojedinačna mjerenja utroška niti u redu pletiva i obrada podataka za uzorke pletiva izrađene pređama finoće 20 dtex f 20. U tab. 6.-8 su navedeni samo prosječni utrošci pređa koje se upliću u red pletiva. Ovi su uzorci izrađivani u potpuno platirnom prepletu, tj. u svaki se red pletiva upliće po jedna PA i jedna elastanska pređa. Prosječno uplitanje PA pređe za oblikovanje jedne očice se nalazi u granicama 2,18±0,01 do 2,84±0,02 mm, a uplitanje elastanske pređe je kao i u prethodnom slučaju manje i nalazi se u području 1,73±0,02 do 2,20±0,02 mm. S povećanjem broja finoće pređe povećava se i prosječni utrošak pređe za oblikovanje očice. Također s povećanjem dubine kuliranja povećava se i prosječno uplitanje pređe u jednu očicu. Tako npr. uzorci pletiva izrađeni PA pređama finoće 60 dtex, imaju kod najmanje dubine kuliranja utrošak niti u očici 2,28±0,02 mm, a kod najveće dubine kuliranja 2,84±0,02 mm. Utrošak elastanske niti iznosi od 1,81±0,02 do 2,20±0,02 mm.

## 7. REZULTATI MJERENJA VLAČNIH SVOJSTAVA PLETIVA

Glavna tema ovog diplomskog rada upravo su vlačna svojstva pletiva koja sadrže elasthan. Za analizu su bile pripremljene **dvije osnovne grupe uzoraka cjevastih elastičnih desno-lijevih platirnih pletiva**. Kod jedne grupe uzoraka elasthan se uplitao u svaki drugi red, dok je osnovica bila PA pređa, a kod druge grupe uzoraka elasthan se uplitao u svaki red s PA pređom. Obje grupe uzoraka izrađivane su sa četiri finoće PA pređa: 20, 33, 40 i 60 dtex i tri dubine kuliranja jediničnih vrijednosti 550, 700 i 850. Rastezna svojstva se mjere na dinamometru. Prije mjerenja uzorke je potrebno pripremiti. Za mjerenje istezanja pletiva korišteni su tzv. linearni i cjevasti uzorci koji su iz pletiva rezani ručno.

### 7.1. Linearni uzorci pletiva za mjerenje vlačnih svojstava

Linearni ili trakasti uzorci su izrezivani u uzdužnom smjeru ili smjeru nizova očica i poprečnom smjeru ili smjeru redova očica iz cjevastog pletiva širine oko 10 cm x 2 i duljine 40 do 80 cm sl. 7.-1. Za pletiva u koja se elasthan upliće u svaki drugi red sve ukupno izrezano je 88 uzoraka. Ovisno o širini pletiva i načinu rezanja, negdje je po jednoj finoći, odnosno dubini kuliranja izrezano 3, a negdje 4 uzorka. Tako je za uzorke pletiva izrađene pređom finoće 20 dtex i sve dubine kuliranja izrezano ukupno 23 uzorka, kod finoće pređe 33 dtex izrezan je 21 uzorak, kod finoće 40 dtex izrezana su 22 uzorka i kod uzoraka izrađenih finoćom pređe 60 dtex, također su izrezana 22 uzorka, što je u konačnici 88 spomenutih uzoraka. Linearni uzorci u uzdužnom smjeru rezani su na veličinu 27 cm x 5 cm, (ili 100 nizova očica). Uzorci u smjeru redova očica imali su širinu 5 cm, dok je dužina ovisila o širini pletiva pa je iznosila 18 do 20 cm. Nakon što su uzorci pripremljeni slijedi rad na dinamometru kojeg treba programski pripremiti i prilagoditi uvjete za rad s pletivima. Dinamometar koristi posebne hvatalice za istezanje pletiva. Zbog velike istežljivosti pletiva razmak između hvatalica je iznosio 7,5 cm. Uzorci su stavljani u gornju hvatalicu u preklopnom obliku kako bi se smanjilo pucanje uzorka uz hvatalicu. Drugi kraj uzorka se izravna i pričvrsti za donju hvatalicu. Kod ove vrste pletiva, uzdužni uzorci se istežu oko 180 sekundi do pucanja, a poprječni oko 150 sekundi. Vrijeme istezanja ovisi o strukturi uzorka, tj. o dubini kuliranja s kojim je uzorak izrađen.



a)

b)

c)

Sl.7.-1 Priprema uzoraka za mjerenje vlačnih svojstava pletiva; a) označeno pletivo za rezanje, b) izrezani krajevi pletiva, c) izrezani uzorci pletiva



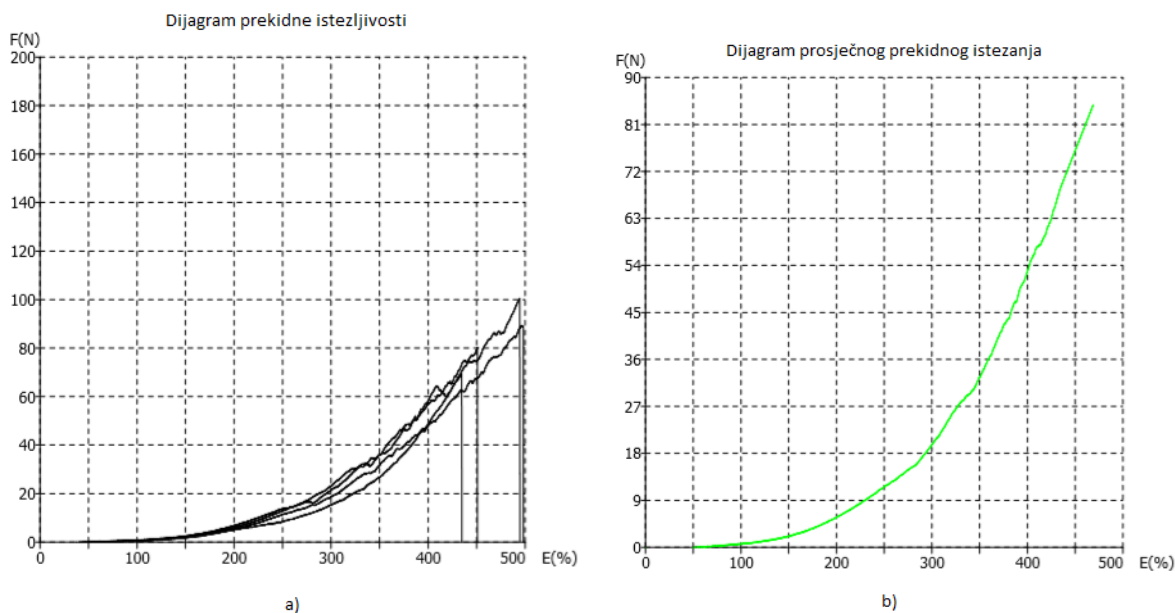
a)



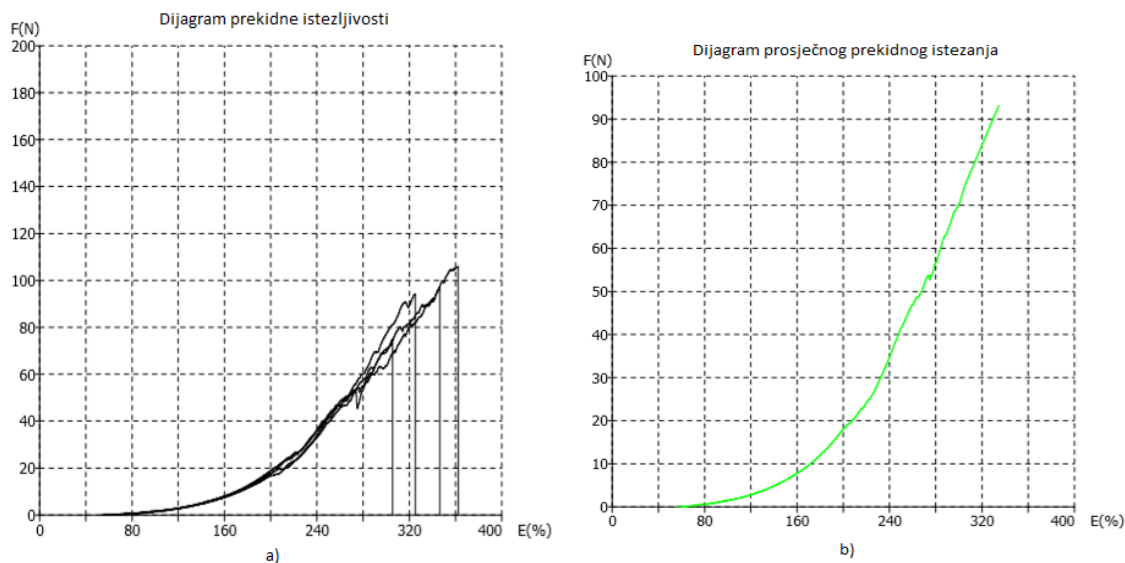
b)

Sl.7.-2 Dinamometar za trganje uzoraka pletiva: a) radno polje i b) razmak između hvatalica

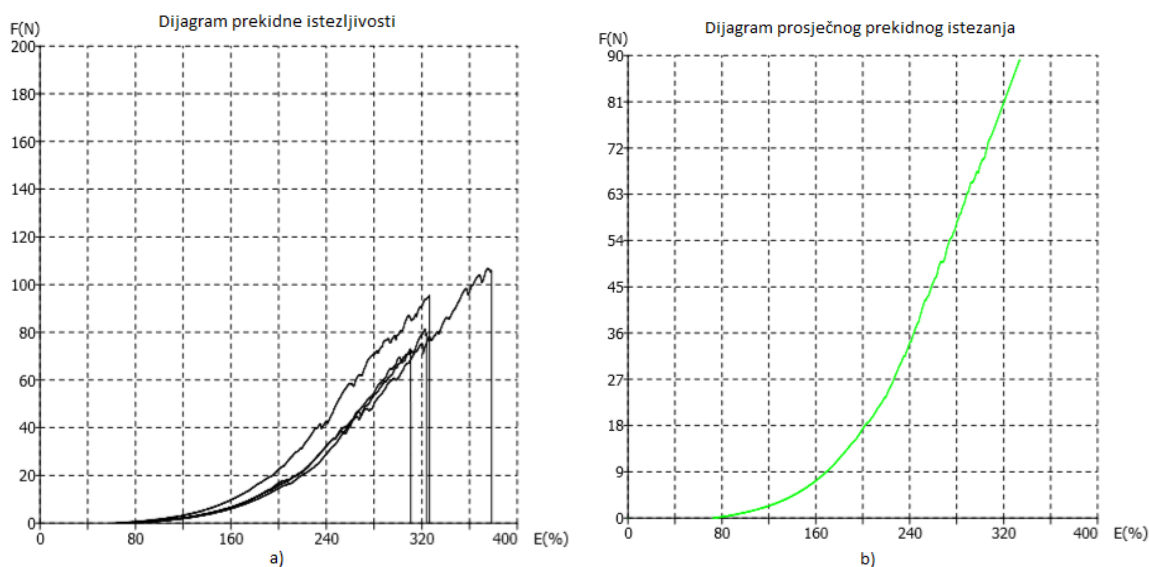
Prvo su mjerena istezna svojstva **djelomično platirnog 1+1 desno-lijevog kulirnog elastičnog pletiva opterećenog u smjeru nizova očica**. Izrezani uzorci su postavljeni u hvatalice i istezani do prekida. Pri istezanju mjerena je vlačna sila. Na osnovi sile i istezanja računalo dinamometra je nacrtalo dijagram sila/istezanje. U jednoj grupacije bilo je tri do pet uzoraka. Na slikama trganja predstavljena su dva dijagrama. Prvi pokazuje rezultate trganja pojedinih uzoraka, a drugi prosječne rezultate grupe strganih uzoraka. Posebno se prikazuju rezultati za uzorke pletiva izrađene pri dubini kuliranja 500, 700 i 850 upravljačkih jedinica, sl. 7.-3 do sl. 7.- 5. Nakon prikazanih dijagrama naveden je tabelarni prikaz sa svim osnovnim statističkim podacima za pojedine parametre pletiva značajne kod istezanja, tab.7.-1. Zbog velike količine podataka, rezultati trganja ostalih uzoraka pletiva u smjeru nizova očica ili uzdužno, prikazani su samo tabelarno.



Sl.7.-3 Dijagrami sila/istezanje za uzdužne linearne uzorke djelomično platirnog pletiva 1+1 izrađenog s pređama finoće 20 dtex pri dubini kuliranja 550 jedinica:  
a) dijagrami pojedinačnih mjerenja i b) dijagram prosječne vrijednosti



Sl.7.-4 Dijagrami sila/istezanje za uzdužne linearne uzorke djelomično platirnog pletiva 1+1 izrađenog s pređama finoće 20 dtex pri dubini kuliranja 700 jedinica:  
a) dijagrami pojedinačnih mjerenja i b) dijagram prosječne vrijednosti



Sl.7.-5 Dijagrami sila/istezanje za uzdužne linearne uzorke djelomično platirnog pletiva 1+1 izrađenog s pređama finoće 20 dtex pri dubini kuliranja 850 jedinica:  
a) dijagrami pojedinačnih mjerenja i b) dijagram prosječne vrijednosti

Tab. 7.-1 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih uzdužnih uzoraka djelomično platirnog pletiva 1+1 izrađenog s pređama finoće 20 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

Značajke pletiva	$X_s$	s	CV	Q
<b><math>h_k</math> 550</b>				
Prekidno istezanje, %	469,19	31,18	6,65	49,65
Sila do prekida, N	84,93	13,34	15,70	21,23
Rad do prekida, N·cm	721,46	215,87	29,92	343,72
Čvrstoća, cN/nizu očica	84,93	13,34	15,70	21,23
Vrijeme do prekida, s	211,37	14,25	6,74	22,69
<b><math>h_k</math> 700</b>				
Prekidno istezanje, %	334,76	24,68	7,37	39,30
Sila do prekida, N	93,18	12,98	13,93	20,67
Rad do prekida, N·cm	584,25	152,51	26,10	242,83
Čvrstoća, cN/nizu očica	93,18	12,98	13,93	20,67
Vrijeme do prekida, s	150,73	11,15	7,40	17,76
<b><math>h_k</math> 850</b>				
Prekidno istezanje, %	333,77	28,44	8,52	45,28
Sila do prekida, N	89,30	15,02	16,82	23,91
Rad do prekida, N·cm	560,51	177,13	31,60	282,02
Čvrstoća, cN/nizu očica	89,30	15,02	16,82	23,91
Vrijeme do prekida, s	150,77	13,43	8,91	21,39

Tab. 7.-2 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih uzdužnih uzoraka djelomično platirnog pletiva 1+1 izrađenog s pređama finoće 33 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

Značajke pletiva	$X_s$	s	CV	Q
<b><math>h_k</math> 550</b>				
Prekidno istezanje, %	472,20	19,35	4,10	30,81
Sila do prekida, N	139,34	11,93	8,56	19,00
Rad do prekida, N·cm	1159,43	115,55	9,97	183,98
Čvrstoća, cN/nizu očica	139,34	11,93	8,56	19,00
Vrijeme do prekida, s	212,54	8,70	4,09	13,86
<b><math>h_k</math> 700</b>				
Prekidno istezanje, %	403,36	24,96	6,19	39,74
Sila do prekida, N	152,20	24,72	16,24	39,36
Rad do prekida, N·cm	1114,71	236,03	21,17	375,81
Čvrstoća, cN/nizu očica	152,20	24,72	16,24	39,36
Vrijeme do prekida, s	198,48	28,02	14,12	44,62
<b><math>h_k</math> 850</b>				
Prekidno istezanje, %	402,12	5,56	1,38	8,86
Sila do prekida, N	164,55	9,88	6,01	15,74
Rad do prekida, N·cm	1217,59	96,52	7,93	153,69
Čvrstoća, cN/nizu očica	164,55	9,88	6,01	15,74
Vrijeme do prekida, s	181,23	2,29	1,26	3,65

Gdje je:  $X_s$  – srednja vrijednost, s – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije i Q – standardna pogreška kod  $p = 0,05$

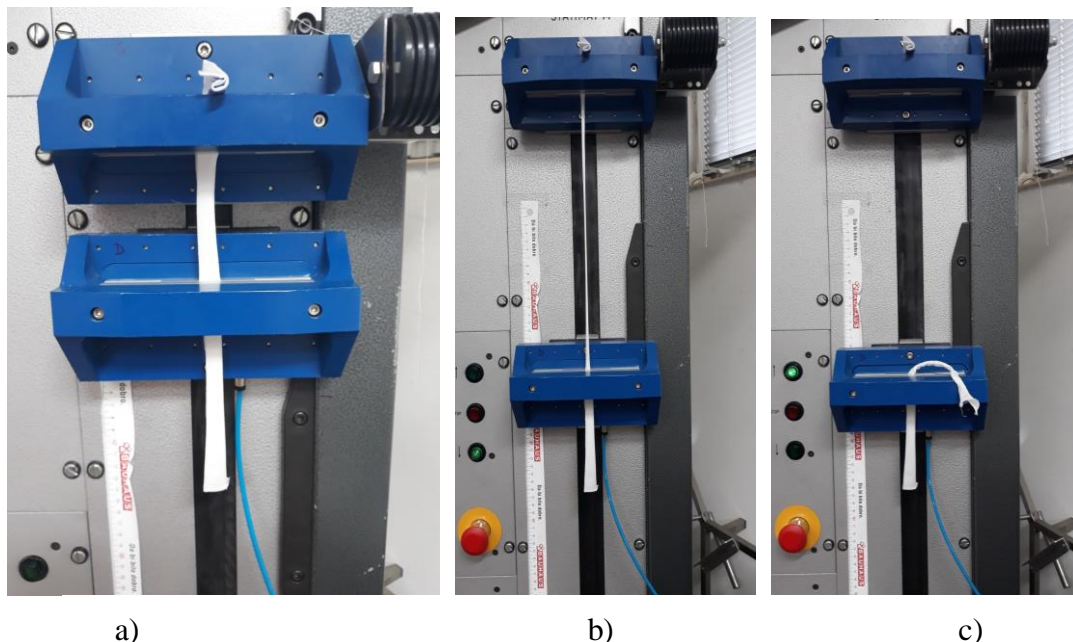


Tab. 7.-3 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih uzdužnih uzoraka djelomično platirnog pletiva 1+1 izrađenog s pređama finoće 40 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

Značajke pletiva	$X_s$	s	CV	Q
<b><math>h_k</math> 550</b>				
Prekidno istezanje, %	423,15	6,52	1,54	10,39
Sila do prekida, N	174,71	11,78	6,74	18,75
Rad do prekida, N·cm	1346,39	133,55	9,92	212,65
Čvrstoća, cN/nizu očica	174,71	11,78	6,74	18,75
Vrijeme do prekida, s	190,85	3,44	1,80	5,48
<b><math>h_k</math> 700</b>				
Prekidno istezanje, %	372,94	21,40	5,74	34,07
Sila do prekida, N	189,00	18,22	9,64	29,01
Rad do prekida, N·cm	1310,59	240,16	18,32	382,39
Čvrstoća, cN/nizu očica	189,00	18,22	9,64	29,01
Vrijeme do prekida, s	168,22	9,94	5,91	15,83
<b><math>h_k</math> 850</b>				
Prekidno istezanje, %	340,03	31,15	9,16	49,60
Sila do prekida, N	177,74	25,76	14,49	41,01
Rad do prekida, N·cm	1119,88	347,59	31,04	553,44
Čvrstoća, cN/nizu očica	177,74	25,76	14,49	41,01
Vrijeme do prekida, s	153,18	14,04	9,16	22,35

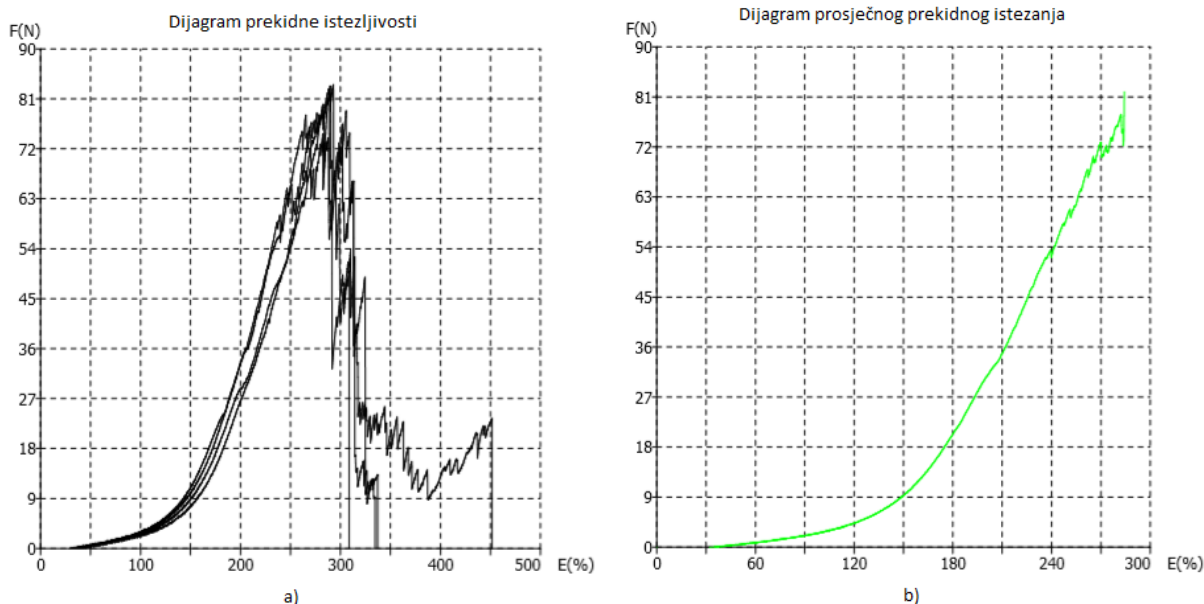
Tab. 7.-4 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih uzdužnih uzoraka djelomično platirnog pletiva 1+1 izrađenog s pređama finoće 60 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

Značajke pletiva	$X_s$	s	CV	Q
<b><math>h_k</math> 550</b>				
Prekidno istezanje, %	431,82	11,97	2,77	19,06
Sila do prekida, N	286,80	31,31	10,92	49,86
Rad do prekida, N·cm	2329,53	368,66	15,83	587,00
Čvrstoća, cN/nizu očica	286,80	31,31	10,92	49,86
Vrijeme do prekida, s	194,39	5,39	2,77	8,58
<b><math>h_k</math> 700</b>				
Prekidno istezanje, %	385,30	26,91	6,98	42,85
Sila do prekida, N	281,46	49,18	17,47	78,30
Rad do prekida, N·cm	2012,62	494,89	24,59	787,97
Čvrstoća, cN/nizu očica	281,46	49,18	17,47	78,30
Vrijeme do prekida, s	173,49	12,13	6,99	19,32
<b><math>h_k</math> 850</b>				
Prekidno istezanje, %	385,10	8,51	2,21	13,55
Sila do prekida, N	280,17	6,32	2,26	10,06
Rad do prekida, N·cm	1947,68	91,65	4,71	145,93
Čvrstoća, cN/nizu očica	280,17	6,32	2,26	10,06
Vrijeme do prekida, s	173,42	3,95	2,28	6,29

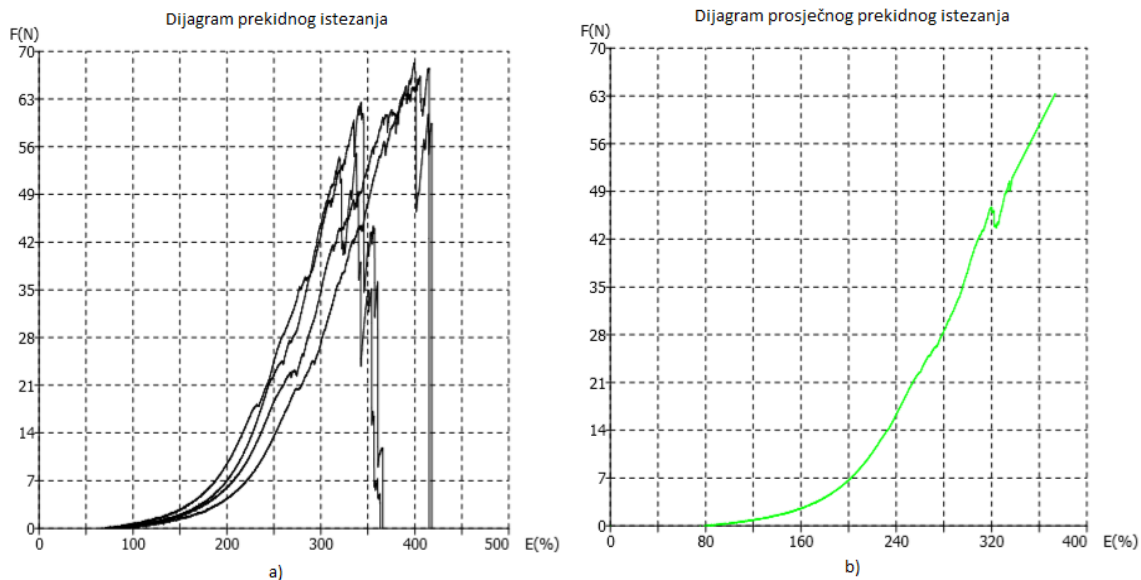


Sl.7.-6 Istezanje uzorka na dinamometru do prekida; a) uklještenje u hvatalice, razmak između hvatalica 75 mm, b) istežanje pred prekid i c) razmak hvatalica u trenutku prekida pletiva

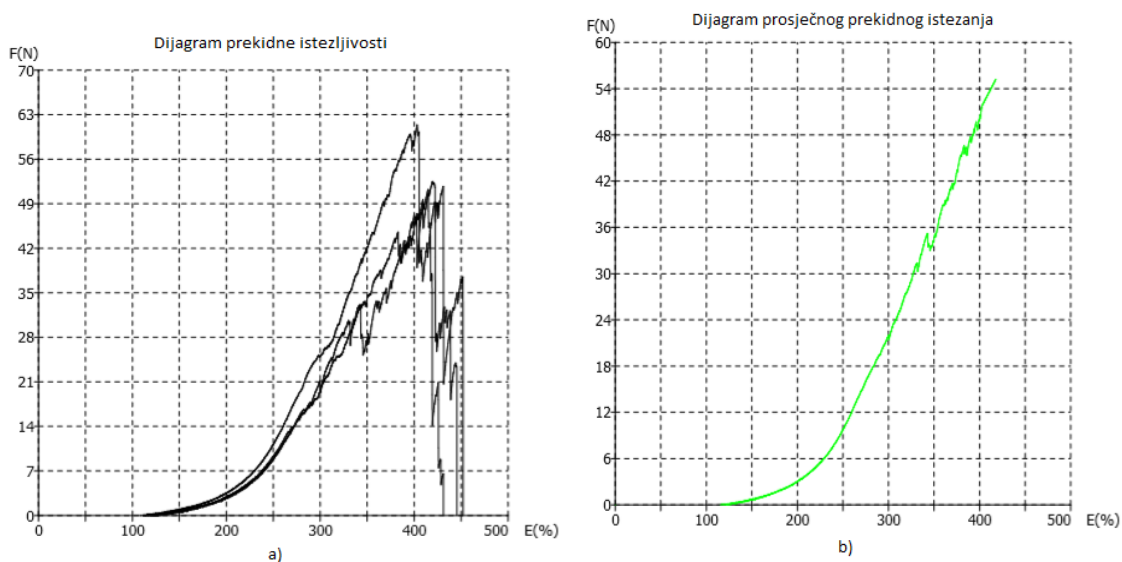
Prethodno su prikazani rezultati mjerenja istežanja pletiva do prekida pri čemu su uzorci bili izrezani iz pletiva u uzdužnom smjeru ili smjeru nizova očica. Na isti se način u daljnjem tekstu prikazuju rezultati **trganja uzorka pletiva u smjeru redova pletiva**. Također se navode dijagrami trganja pletiva izrađenih s pređama finoće 20 dtex, a potom rezultati u tabelama.



Sl.7.-7 Dijagrami sila/istežanje za poprečne linearne uzorke djelomično platirnog pletiva 1+1 izrađenog s pređama finoće 20 dtex pri dubini kuliranja 550 jedinica:  
a) dijagrami pojedinačnih mjerenja i b) dijagram prosječne vrijednosti



S1.7.-8 Dijagrami sila/istezanje za poprečne linearne uzorke djelomično platirnog pletiva 1+1 izrađenog s pređama finoće 20 dtex pri dubini kuliranja 700 jedinica:  
a) dijagrami pojedinačnih mjerenja i b) dijagram prosječne vrijednosti



S1.7.-9 Dijagrami sila/istezanje za poprečne linearne uzorke djelomično platirnog pletiva 1+1 izrađenog s pređama finoće 20 dtex pri dubini kuliranja 850 jedinica:  
a) dijagrami pojedinačnih mjerenja i b) dijagram prosječne vrijednosti

Tab. 7.-5 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih poprečnih uzoraka djelomično platirnog pletiva 1+1 izrađenog s pređama finoće 20 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

Značajke pletiva	$X_s$	s	CV	Q
<b><math>h_k 550</math></b>				
Prekidno istezanje, %	284,17	12,67	4,46	20,17
Sila do prekida, N	82,05	2,61	3,18	4,16
Rad do prekida, N·cm	441,08	56,68	12,85	90,25
Čvrstoća, N/cm	16,41			
Vrijeme do prekida, s	161,17	28,68	17,80	45,67
<b><math>h_k 700</math></b>				
Prekidno istezanje, %	373,69	39,36	10,53	62,66
Sila do prekida, N	63,45	6,13	9,67	9,77
Rad do prekida, N·cm	446,04	111,19	24,93	177,03
Čvrstoća, N/cm	12,69			
Vrijeme do prekida, s	175,85	13,53	7,69	21,54
<b><math>h_k 850</math></b>				
Prekidno istezanje, %	417,86	14,02	3,35	34,82
Sila do prekida, N	55,26	5,37	9,72	13,34
Rad do prekida, N·cm	415,76	18,17	4,37	45,14
Čvrstoća, N/cm	11,05			
Vrijeme do prekida, s	199,39	4,81	2,41	11,96

Gdje je:  $X_s$  – srednja vrijednost, s – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije i  
Q – standardna pogreška kod  $p = 0,05$

Tab. 7.-6 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih poprečnih uzoraka djelomično platirnog pletiva 1+1 izrađenog s pređama finoće 33 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

Značajke pletiva	$X_s$	s	CV	Q
<b><math>h_k 550</math></b>				
Prekidno istezanje, %	342,64	10,66	3,11	26,49
Sila do prekida, N	140,91	13,07	9,28	32,48
Rad do prekida, N·cm	919,95	118,95	12,93	295,52
Čvrstoća, N/cm	28,18			
Vrijeme do prekida, s	158,10	2,75	1,74	6,83
<b><math>h_k 700</math></b>				
Prekidno istezanje, %	412,38	32,73	7,94	81,31
Sila do prekida, N	114,03	17,33	15,20	43,05
Rad do prekida, N·cm	843,03	214,17	25,40	532,07
Čvrstoća, N/cm	22,81			
Vrijeme do prekida, s	188,16	13,07	6,95	32,48
<b><math>h_k 850</math></b>				
Prekidno istezanje, %	358,75	36,71	10,23	91,20
Sila do prekida, N	86,32	7,12	8,25	17,70
Rad do prekida, N·cm	477,93	69,79	14,60	173,37
Čvrstoća, N/cm	17,26			
Vrijeme do prekida, s	181,48	29,82	16,43	74,09

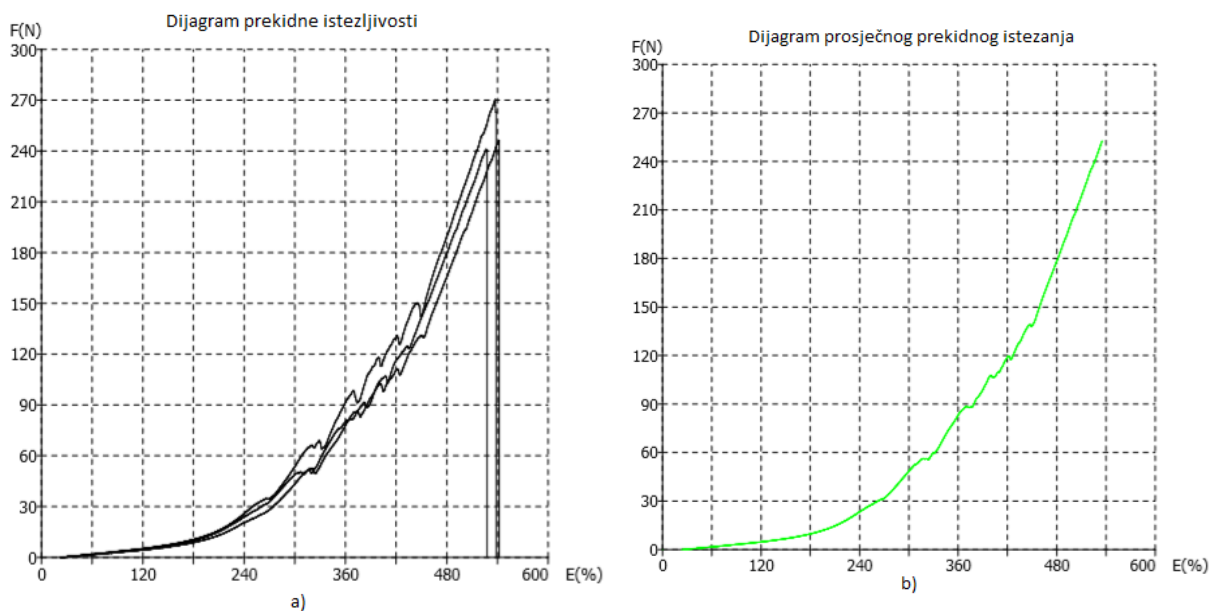
Tab. 7.-7 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih poprečnih uzoraka djelomično platirnog pletiva 1+1 izrađenog s pređama finoće 40 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

Značajke pletiva	$X_s$	s	CV	Q
<b><math>h_k</math> 550</b>				
Prekidno istezanje, %	288,30	7,11	2,47	17,66
Sila do prekida, N	153,70	8,24	5,36	20,46
Rad do prekida, N·cm	817,47	49,45	6,05	122,84
Čvrstoća, N/cm	30,74			
Vrijeme do prekida, s	136,76	2,59	1,89	6,42
<b><math>h_k</math> 700</b>				
Prekidno istezanje, %	332,42	16,16	4,86	40,16
Sila do prekida, N	132,72	9,53	7,18	23,68
Rad do prekida, N·cm	775,04	119,38	15,40	296,58
Čvrstoća, N/cm	26,54			
Vrijeme do prekida, s	152,52	6,05	3,97	15,03
<b><math>h_k</math> 850</b>				
Prekidno istezanje, %	425,16	31,36	7,38	49,93
Sila do prekida, N	102,47	10,40	10,15	16,56
Rad do prekida, N·cm	697,73	183,77	26,34	292,60
Čvrstoća, N/cm	20,49			
Vrijeme do prekida, s	195,27	11,47	5,87	18,26

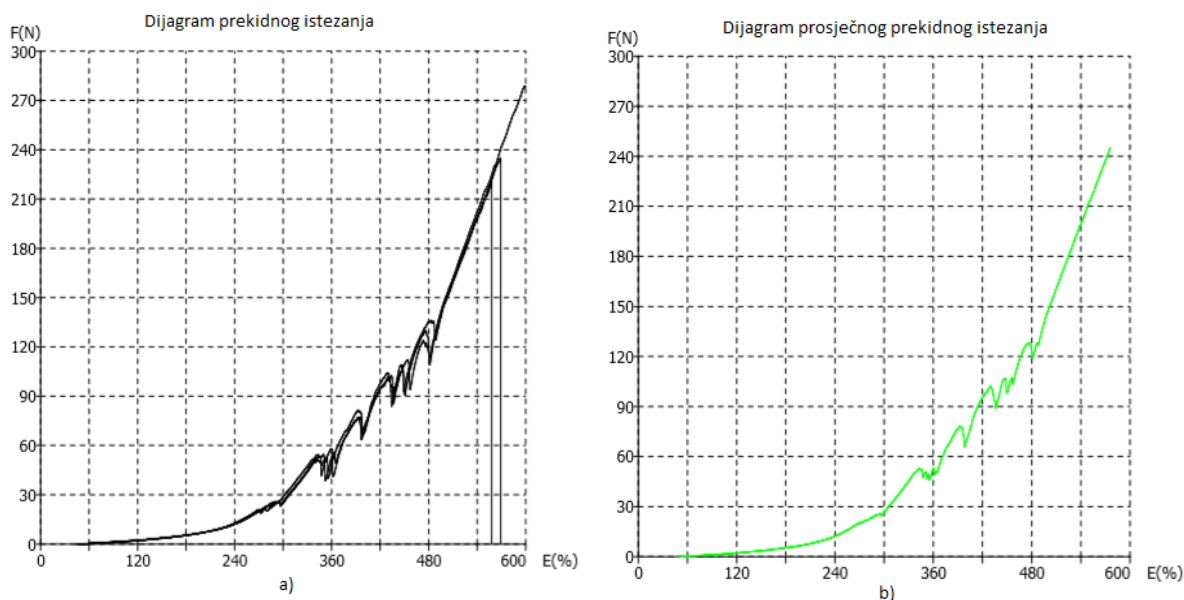
Tab. 7.-8 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih poprečnih uzoraka djelomično platirnog pletiva 1+1 izrađenog s pređama finoće 60 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

Značajke pletiva	$X_s$	s	CV	Q
<b><math>h_k</math> 550</b>				
Prekidno istezanje, %	310,30	5,15	1,66	12,80
Sila do prekida, N	284,42	12,09	4,25	30,03
Rad do prekida, N·cm	1782,79	32,19	5,17	229,02
Čvrstoća, N/cm	56,88			
Vrijeme do prekida, s	139,70	2,35	1,68	5,83
<b><math>h_k</math> 700</b>				
Prekidno istezanje, %	357,49	35,75	10,00	88,81
Sila do prekida, N	235,54	21,99	9,33	54,62
Rad do prekida, N·cm	1624,37	311,33	19,17	773,45
Čvrstoća, N/cm	47,11			
Vrijeme do prekida, s	161,44	15,21	9,42	37,79
<b><math>h_k</math> 850</b>				
Prekidno istezanje, %	377,27	24,98	6,62	39,77
Sila do prekida, N	166,53	11,45	6,87	18,22
Rad do prekida, N·cm	1117,92	127,82	11,43	203,52
Čvrstoća, N/cm	33,31			
Vrijeme do prekida, s	170,25	10,88	6,39	17,33

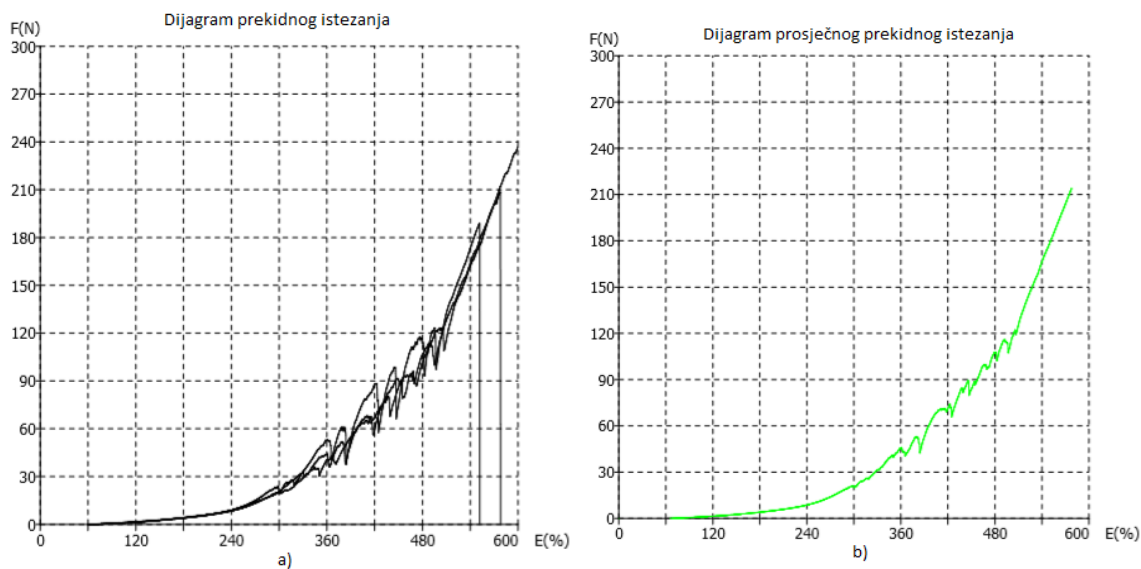
Druga glavna grupa uzoraka bila su **potpuno platirna cjevasta elastična desno-lijeva kulirna pletiva** kod kojih se red očica izrađivao s dvije prethodno navedene pređe, tj. jednom PA finoće 20, 33, 40 ili 60 dtex te jednom elastanskom pređom finoće 22/17 dtex. S uzorcima pletiva izrađenim PA pređama finoće 20 dtex i elastanskim 22/17 dtex bilo je problema pri mjerenju pa se nisu mogle obaviti sve analize. Mjerenja su obavljena po prethodno navedenim načelima. Rezultati mjerenja u nastavku su također prikazani grafički i tabelarno. Prvo se navode dijagrami trganja pletiva u smjeru nizova očica za uzorke izrađene pri dubini kuliranja 550, potom 700 i 850 upravljačkih jedinica. Nakon dijagrama rezultati su prikazani tabelarno.



Sl.7.-10 Dijagrami sila/istezanje za uzdužne linearne uzorke potpuno platirnog pletiva izrađenog s pređama finoće 33 dtex pri dubini kuliranja 550 jedinica:  
a) dijagrami pojedinačnih mjerenja i b) dijagram prosječne vrijednosti



Sl.7.-11 Dijagrami sila/istezanje za uzdužne linearne uzorke potpuno platirnog pletiva izrađenog s pređama finoće 33 dtex pri dubini kuliranja 700 jedinica:  
 a) dijagrami pojedinačnih mjerenja i b) dijagram prosječne vrijednosti



Sl.7.-12 Dijagrami sila/istezanje za uzdužne linearne uzorke potpuno platirnog pletiva izrađenog s pređama finoće 33 dtex pri dubini kuliranja 850 jedinica:  
 a) dijagrami pojedinačnih mjerenja i b) dijagram prosječne vrijednosti

Tab. 7.-9 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih uzdužnih uzoraka potpuno platirnog pletiva izrađenog s pređama finoće 33 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

Značajke pletiva	$X_s$	s	CV	Q
<b><math>h_k</math> 550</b>				
Prekidno istezanje, %	535,34	7,98	1,49	19,83
Sila do prekida, N	252,66	15,75	6,23	39,13
Rad do prekida, N-cm	2534,07	219,01	8,64	544,10
Čvrstoća, cN/nizu očica	252,66	15,75	6,23	39,13
Vrijeme do prekida, s	241,29	3,43	1,42	8,51
<b><math>h_k</math> 700</b>				
Prekidno istezanje, %	576,22	23,02	4,00	57,20
Sila do prekida, N	245,36	31,78	12,95	78,96
Rad do prekida, N-cm	2482,08	436,56	17,59	1084,57
Čvrstoća, cN/nizu očica	245,36	31,78	12,95	78,96
Vrijeme do prekida, s	259,36	10,35	3,99	25,71
<b><math>h_k</math> 850</b>				
Prekidno istezanje, %	578,20	26,19	4,53	65,07
Sila do prekida, N	214,32	28,23	13,17	70,13
Rad do prekida, N-cm	2032,79	344,94	16,97	856,96
Čvrstoća, cN/nizu očica	214,32	28,23	13,17	70,13
Vrijeme do prekida, s	260,24	11,79	4,53	29,28

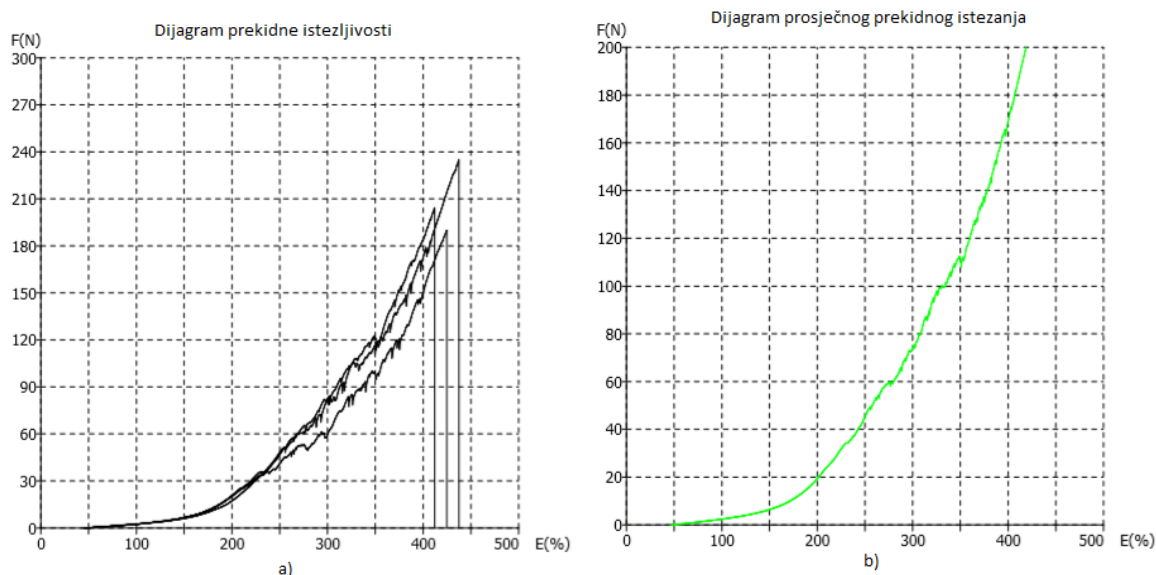
Tab. 7.-10 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih uzdužnih uzoraka potpuno platirnog pletiva izrađenog s pređama finoće 40 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

Značajke pletiva	$X_s$	s	CV	Q
<b><math>h_k</math> 550</b>				
Prekidno istezanje, %	519,52	11,04	2,13	27,44
Sila do prekida, N	273,68	21,42	7,83	53,21
Rad do prekida, N-cm	2704,37	300,43	11,11	746,38
Čvrstoća, cN/nizu očica	273,68	21,42	7,83	53,21
Vrijeme do prekida, s	233,86	5,01	2,14	12,44
<b><math>h_k</math> 700</b>				
Prekidno istezanje, %	567,35	14,91	2,63	37,04
Sila do prekida, N	282,79	16,34	5,78	40,60
Rad do prekida, N-cm	2746,94	225,54	8,21	560,32
Čvrstoća, cN/nizu očica	282,79	16,34	5,78	40,60
Vrijeme do prekida, s	255,36	6,71	2,63	16,67
<b><math>h_k</math> 850</b>				
Prekidno istezanje, %	568,36	16,84	2,96	41,84
Sila do prekida, N	247,80	27,60	11,14	68,57
Rad do prekida, N-cm	2254,69	327,71	14,53	814,14
Čvrstoća, cN/nizu očica	247,80	27,60	11,14	68,57
Vrijeme do prekida, s	255,88	7,66	2,99	19,04

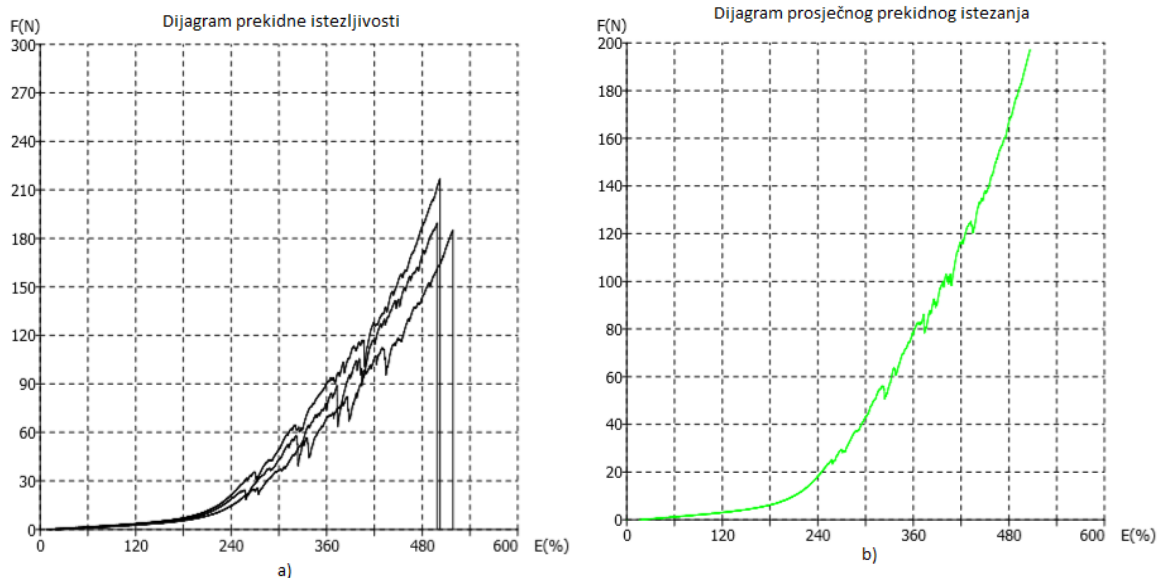


Tab. 7.-11 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih uzdužnih uzoraka potpuno platirnog pletiva izrađenog s pređama finoće 60 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

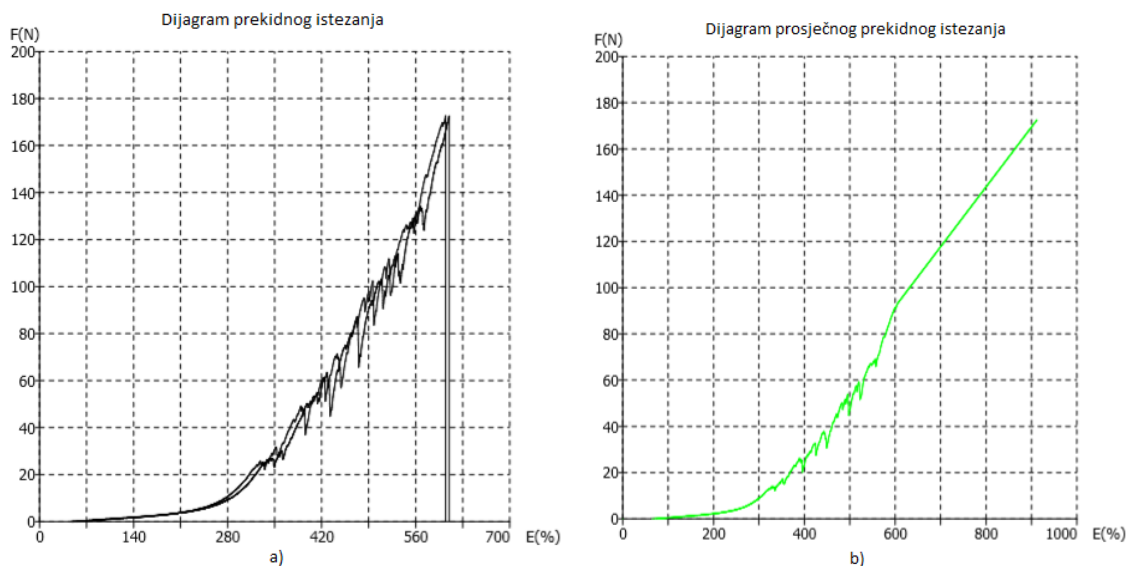
Značajke pletiva	$X_s$	$s$	CV	Q
<b><math>h_k 550</math></b>				
Prekidno istezanje, %	441,94	11,08	2,51	27,51
Sila do prekida, N	364,99	33,26	9,11	82,63
Rad do prekida, N·cm	3213,81	385,93	12,01	958,78
Čvrstoća, cN/nizu očica	364,99	33,26	9,11	82,63
Vrijeme do prekida, s	198,94	4,99	2,51	12,40
<b><math>h_k 700</math></b>				
Prekidno istezanje, %	464,86	17,59	3,78	43,71
Sila do prekida, N	325,76	38,56	11,84	95,80
Rad do prekida, N·cm	2562,52	458,56	17,89	1139,22
Čvrstoća, cN/nizu očica	325,76	38,56	11,84	95,80
Vrijeme do prekida, s	209,26	7,92	3,78	19,67
<b><math>h_k 850</math></b>				
Prekidno istezanje, %	522,17	5,07	0,97	12,59
Sila do prekida, N	356,68	17,60	4,93	43,72
Rad do prekida, N·cm	3082,19	228,41	7,41	567,44
Čvrstoća, cN/nizu očica	356,68	17,60	4,93	43,72
Vrijeme do prekida, s	235,03	2,28	0,97	5,67



Sl.7.-13 Dijagrami sila/istezanje za poprečne linearne uzorke potpuno platirnog pletiva izrađenog s pređama finoće 20 dtex pri dubini kuliranja 550 jedinica:  
a) dijagrami pojedinačnih mjerenja i b) dijagram prosječne vrijednosti



Sl.7.-14 Dijagrami sila/istezanje za poprečne linearne uzorke potpuno platirnog pletiva izrađenog s pređama finoće 20 dtex pri dubini kuliranja 700 jedinica:  
a) dijagrami pojedinačnih mjerenja i b) dijagram prosječne vrijednosti



Sl.7.-15 Dijagrami sila/istezanje za poprečne linearne uzorke potpuno platirnog pletiva izrađenog s pređama finoće 20 dtex pri dubini kuliranja 850 jedinica:  
a) dijagrami pojedinačnih mjerenja i b) dijagram prosječne vrijednosti

Tab. 7.-12 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih poprečnih uzoraka potpuno platirnog pletiva izrađenog s pređama finoće 20 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

Značajke pletiva	$X_s$	s	CV	Q
<b><math>h_k</math> 550</b>				
Prekidno istezanje, %	424,83	12,64	2,98	31,41
Sila do prekida, N	209,96	22,94	10,92	56,99
Rad do prekida, N·cm	1624,99	234,73	14,44	583,14
Čvrstoća, N/cm	42,00			
Vrijeme do prekida, s	191,22	5,70	2,98	14,16
<b><math>h_k</math> 700</b>				
Prekidno istezanje, %	506,68	10,59	2,09	26,30
Sila do prekida, N	197,19	17,34	8,79	43,07
Rad do prekida, N·cm	1876,25	158,54	8,45	393,87
Čvrstoća, N/cm	39,44			
Vrijeme do prekida, s	228,06	4,75	2,08	11,81
<b><math>h_k</math> 850</b>				
Prekidno istezanje, %	607,32	28,93	4,76	74,34
Sila do prekida, N	172,73	15,24	8,82	38,56
Rad do prekida, N·cm	1845,96	144,35	7,82	368,36
Čvrstoća, N/cm	34,55			
Vrijeme do prekida, s	260,24	7,45	1,74	18,74

Tab. 7.-13 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih poprečnih uzoraka potpuno platirnog pletiva izrađenog s pređama finoće 33 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

Značajke pletiva	$X_s$	s	CV	Q
<b><math>h_k</math> 550</b>				
Prekidno istezanje, %	415,21	4,63	1,12	11,51
Sila do prekida, N	262,91	7,45	2,83	18,50
Rad do prekida, N·cm	2095,72	57,63	2,75	143,16
Čvrstoća, N/cm	52,58			
Vrijeme do prekida, s	187,13	2,22	1,19	5,52
<b><math>h_k</math> 700</b>				
Prekidno istezanje, %	462,97	6,46	1,39	16,04
Sila do prekida, N	222,82	4,52	2,03	11,22
Rad do prekida, N·cm	1895,89	40,12	2,12	99,67
Čvrstoća, N/cm	44,56			
Vrijeme do prekida, s	209,03	3,73	1,79	9,27
<b><math>h_k</math> 850</b>				
Prekidno istezanje, %	535,79	14,25	2,66	35,40
Sila do prekida, N	223,33	11,27	5,05	28,00
Rad do prekida, N·cm	2083,34	144,31	6,93	358,51
Čvrstoća, N/cm	44,67			
Vrijeme do prekida, s	241,28	643	2,67	1,98

Tab. 7.-14 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih poprečnih uzoraka potpuno platirnog pletiva izrađenog s pređama finoće 40 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

Značajke pletiva	$X_s$	s	CV	Q
<b><math>h_k</math> 550</b>				
Prekidno istezanje, %	384,88	33,60	8,73	83,47
Sila do prekida, N	279,27	8,96	3,21	22,26
Rad do prekida, N·cm	2082,45	157,53	7,56	391,36
Čvrstoća, N/cm	55,85			
Vrijeme do prekida, s	173,33	15,04	8,68	37,36
<b><math>h_k</math> 700</b>				
Prekidno istezanje, %	481,48	22,64	4,70	56,25
Sila do prekida, N	262,29	24,22	9,23	60,16
Rad do prekida, N·cm	2232,15	301,90	13,53	750,02
Čvrstoća, N/cm	52,46			
Vrijeme do prekida, s	217,00	9,83	4,53	24,42
<b><math>h_k</math> 850</b>				
Prekidno istezanje, %	500,31	16,97	3,39	42,17
Sila do prekida, N	215,02	5,26	2,45	13,07
Rad do prekida, N·cm	1907,55	108,65	5,70	269,92
Čvrstoća, N/cm	43,00			
Vrijeme do prekida, s	225,29	7,57	3,36	18,80

Tab. 7.-15 Prikaz osnovnih statističkih podataka rezultata trganja linearnih poprečnih uzoraka potpuno platirnog pletiva izrađenog s pređama finoće 60 dtex pri dubinama kuliranja 550, 700 i 850 upravljačkih jedinica

Značajke pletiva	$X_s$	s	CV	Q
<b><math>h_k</math> 550</b>				
Prekidno istezanje, %	319,74	12,50	3,91	31,05
Sila do prekida, N	301,76	34,69	11,50	86,18
Rad do prekida, N·cm	2085,84	306,83	14,71	762,26
Čvrstoća, N/cm	60,35			
Vrijeme do prekida, s	146,08	2,88	1,97	7,15
<b><math>h_k</math> 700</b>				
Prekidno istezanje, %	398,67	12,93	3,24	32,13
Sila do prekida, N	299,40	32,82	10,96	81,54
Rad do prekida, N·cm	2249,96	358,59	15,94	890,85
Čvrstoća, N/cm	59,88			
Vrijeme do prekida, s	179,46	5,83	3,25	14,49
<b><math>h_k</math> 850</b>				
Prekidno istezanje, %	444,87	47,96	10,78	119,15
Sila do prekida, N	298,15	19,18	6,43	47,65
Rad do prekida, N·cm	2404,26	294,58	12,25	731,83
Čvrstoća, N/cm	59,63			
Vrijeme do prekida, s	200,26	21,54	10,76	53,52

Tab. 7.-16 Rezultati mjerenja istezanja pletiva u smjeru nizova očica (uzdužno) s aproksimiranim pripadajućim dionicama

$T_t$ , dtex	Preplet	Dubina kuliranja	$\epsilon_{eu}$ , %	$\Delta\epsilon_{eu}$ , %	$\epsilon_{pu}$ , %	$\Delta\epsilon_{pu}$ , %	$\Delta\epsilon_{pu} - \Delta\epsilon_{eu}$ , %	$\epsilon_{tu}$ , %	$\Delta\epsilon_{tu} - \Delta\epsilon_{pu}$ , %
20	Djelomično platiranje	550	150	32	270	58	26	469	42
		700	120	36	200	60	24	335	40
		850	120	36	200	60	24	334	40
20	Potpuno platiranje	550							
		700	200	32	290	46	14	633	54
		850	170	26	310	48	22	651	52
33	Djelomično platiranje	550	150	38	280	59	21	472,20	41
		700	160	40	210	52	12	403,36	48
		850	130	32	200	50	18	402,12	50
33	Potpuno platiranje	550	150	28	260	49	21	535,34	51
		700	200	35	290	50	15	576,22	50
		850	240	42	310	54	12	578,20	46
40	Djelomično platiranje	550	150	35	250	59	24	423,15	41
		700	160	43	220	59	16	372,94	41
		850	160	47	220	65	18	340,03	35
40	Potpuno platiranje	550	180	35	280	54	19	519,52	46
		700	180	32	270	48	16	567,35	52
		850	240	42	290	51	9	568,36	49
60	Djelomično platiranje	550	150	35	210	49	14	431,82	51
		700	160	45	210	55	10	385,30	45
		850	170	44	230	60	16	385,10	40
60	Potpuno platiranje	550	150	34	200	45	11	441,94	55
		700	200	43	250	54	11	464,86	46
		850	180	34	240	46	12	522,17	54

Gdje je:  $\epsilon_e$  – 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 prekida i  $T_2$ , % ; s indeksom  $u$  označen je smjer niza očica – uzdužno, a u tab.7.-17 poprečni smjer je označen s indeksom  $p$ .

Tab. 7.-17 Rezultati mjerenja istezanja pletiva u smjeru redova očica (poprečno) s aproksimiranim pripadajućim dionicama

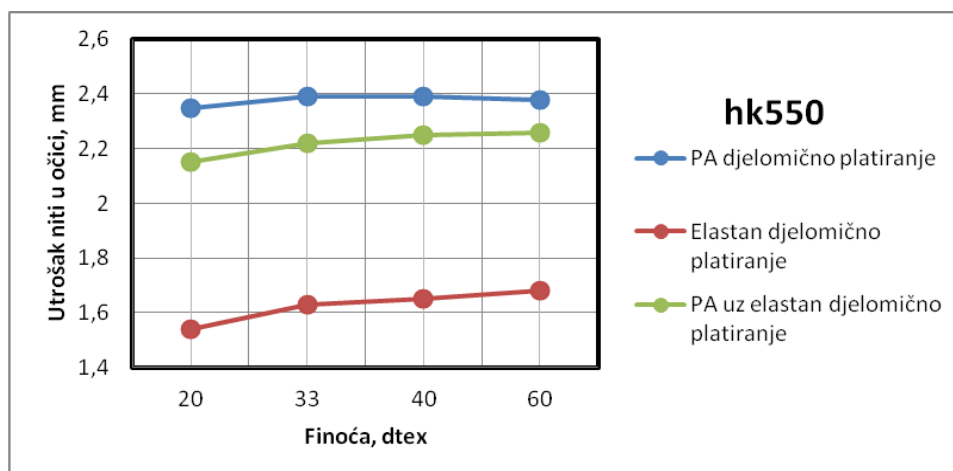
Tt, dtex	Preplet	Dubina kuliranja	$\epsilon_{ep}$ , %	$\Delta\epsilon_{ep}$ , %	$\epsilon_{pp}$ , %	$\Delta\epsilon_{pp}$ , %	$\Delta\epsilon_{pp} - \Delta\epsilon_{ep}$ , %	$\epsilon_{ip}$ , %	$\Delta\epsilon_{ip} - \Delta\epsilon_{pp}$ , %
20	Djelomično platiranje	550	120	42	180	63	21	284,17	37
		700	160	43	220	59	16	373,69	41
		850	150	36	230	55	19	417,86	45
20	Potpuno platiranje	550	150	35	220	52	17	424,83	48
		700	180	36	250	49	13	506,68	51
		850	250	41	320	53	12	607,32	47
33	Djelomično platiranje	550	120	35	200	58	23	342,64	42
		700	160	39	210	51	12	412,38	49
		850	180	50	240	67	17	358,75	33
33	Potpuno platiranje	550	150	36	220	53	17	415,21	47
		700	170	37	250	54	17	462,97	46
		850	190	35	280	52	17	535,79	48
40	Djelomično platiranje	550	120	42	210	73	31	288,30	27
		700	150	45	210	63	18	332,42	37
		850	200	47	270	64	17	425,16	36
40	Potpuno platiranje	550	130	34	180	47	13	384,88	53
		700	170	35	240	50	15	481,48	50
		850	180	36	260	52	16	500,31	48
60	Djelomično platiranje	550	120	39	180	58	19	310,30	42
		700	130	36	200	56	20	357,49	44
		850	160	42	240	64	22	377,27	36
60	Potpuno platiranje	550	120	38	220	69	31	319,74	31
		700	130	33	230	58	25	398,67	42
		850	150	34	210	47	13	444,87	53

## 8. RASPRAVA REZULTATA MJERENJA UPLITANJA PREĐE U RED PLETIVA

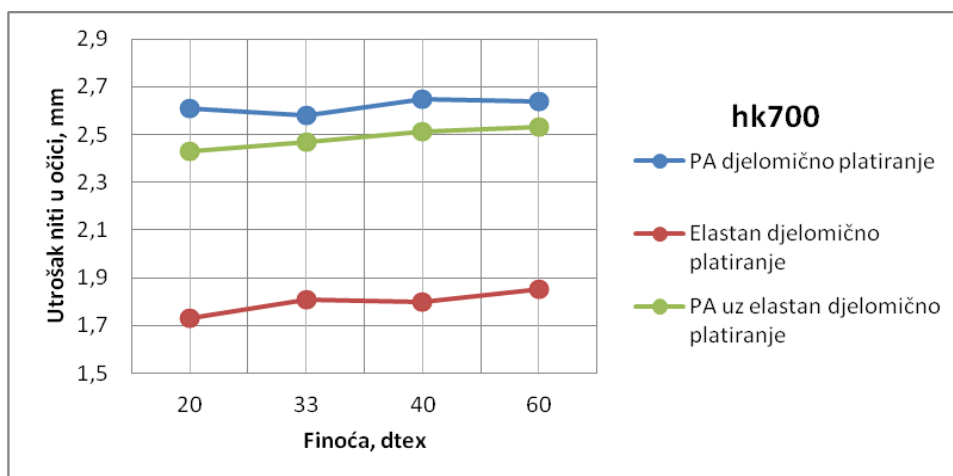
Izrađene su dvije osnovne grupe pletiva. Prva grupa pletiva je izrađena u djelomično platirnom desno-lijevom prepletu 1+1 pri čemu je temeljna struktura izrađena s PA multifilamentnom pređom, a u svaki drugi red još se uplitala elastanska pređa. Druga grupa uzoraka je izrađena u temeljnom ili potpuno platirnom prepletu pri čemu su dvije pređe istovremenim uplitanjem oblikovale red pletiva. Prva je pređa PA, a druga elastanska. Za pletenje su upotrebljavane četiri PA pređe finoća 20, 33, 40 i 60 dtex, i jedna elastanska finoće 22/17 dtex. Svi navedeni uzorci su izrađivani s tri dubine kuliranja. Kod ovako velikih varijacija bilo je različito uplitanje pojedinih pređa u red pletiva. Svi rezultati mjerenja su navedeni u poglavlju parametara strukture pletiva. U daljnjem tekstu navode se samo osnovne značajke uplitanja pređa u pojedine redove.

Kod djelomično platirnih uzoraka uplitanje PA pređe u red pletiva iznosilo je  $862 \pm 7,74$  do  $1189 \pm 3,71$  mm, a elastanske pređe  $614 \pm 7,13$  do  $842 \pm 7,33$  mm, tab. 6.-4. Pri mjerenju duljine uplitanja pređe u red pletiva glavni je problem bilo predopterećenje kojim se nit treba opteretiti pri mjerenju njene duljine. Probna mjerenja su pokazala da je za PA multifilamentne pređe optimalno predopterećenje 0,7 cN/tex (ili za pojedine pređe: 1,4; 2,3; 2,8 i 4,2 cN), a za elastansku pređu 1,5 cN. Pri navedenim predopterećenjima dobiveni su i navedeni iznosi uplitanja pojedinih pređa u red pletiva. Ovakvi cjevasti elastični uzorci pletiva izrađivani su na jednoigleničnom kružnopletaćem stroju koji je pleo sa 400 igala. Prema tome, u redu pletiva je bilo 400 očica. Kada se prosječna duljina upletene pređe u red pletiva podjeli sa 400 očica tada se dobije prosječni utrošak niti za oblikovanje jedne očice. Ovo je osnovni parametar strukture pletiva koji značajno utječe i na rastezna svojstva pletiva.

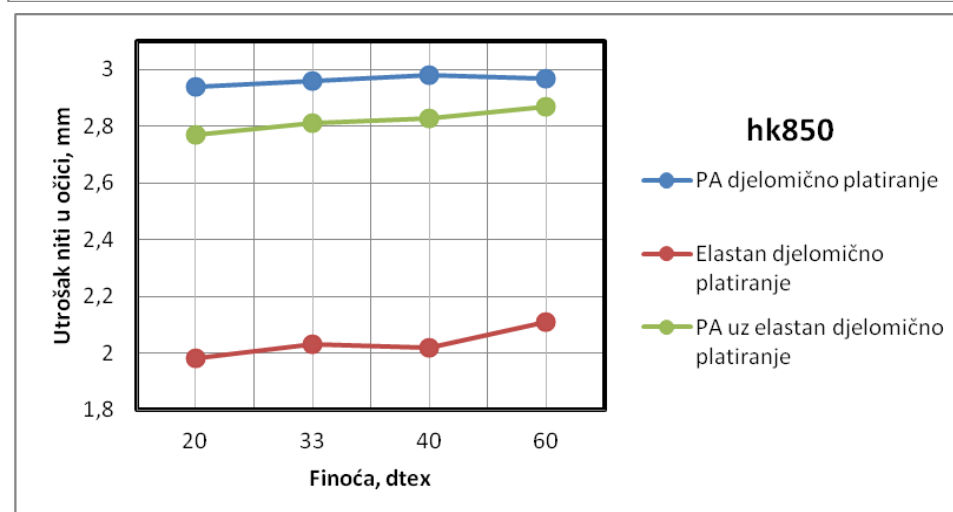
U ovim uzorcima temeljna pređa je PA pređa. Ona se upliće u svaki red očica. Kad PA pređa sama izgrađuje red očica tada je njen utrošak za oblikovanje jedne očice  $2,35 \pm 0,02$  mm do  $2,98 \pm 0,01$  mm, a kad je PA pređa upletena u red pletiva zajedno s elastanskom pređom tada je njen utrošak nešto manji za oblikovanje jedne očice i iznosi  $2,15 \pm 0,02$  mm do  $2,87 \pm 0,02$  mm, sl. 8.-1. Za ovu razliku uzrok se može tražiti u nešto većoj napetosti ove pređe koja se upliće zajedno s elastanskom pređom. Uplitanje elastanske pređe je znatno manje i iznosi  $1,54 \pm 0,02$  mm do  $2,11 \pm 0,01$  mm.



a)



b)



c)

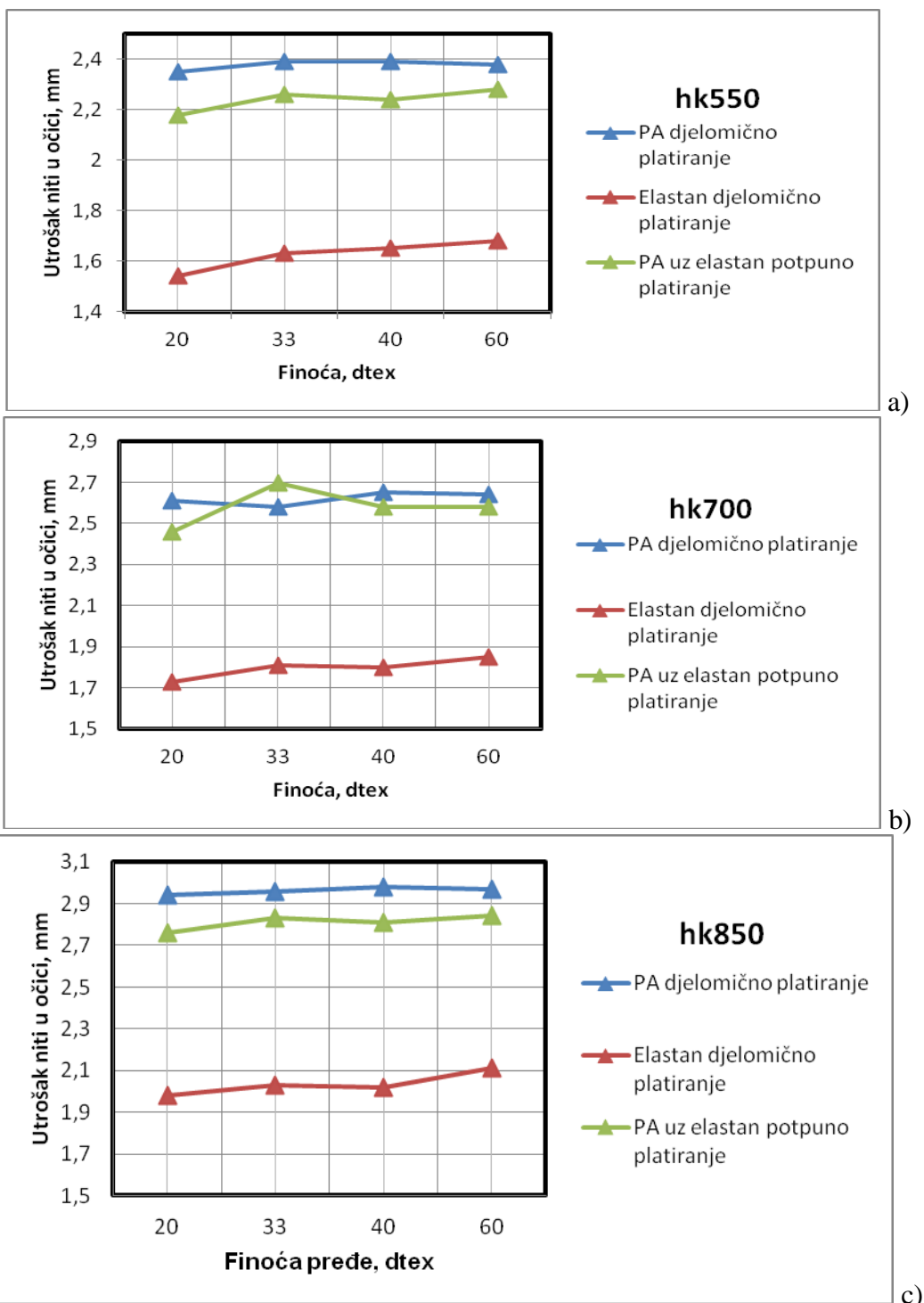
Sl. 8.-1 Prosječni utrošak PA i elastanske niti za oblikovanje očice u djelomično platirnim pletivima uzorka 1+1 kod različitih finoća pređa i dubina kuliranja: a) kod dubine kuliranja 550, b) kod dubine kuliranja 700 i c) kod dubine kuliranja 850



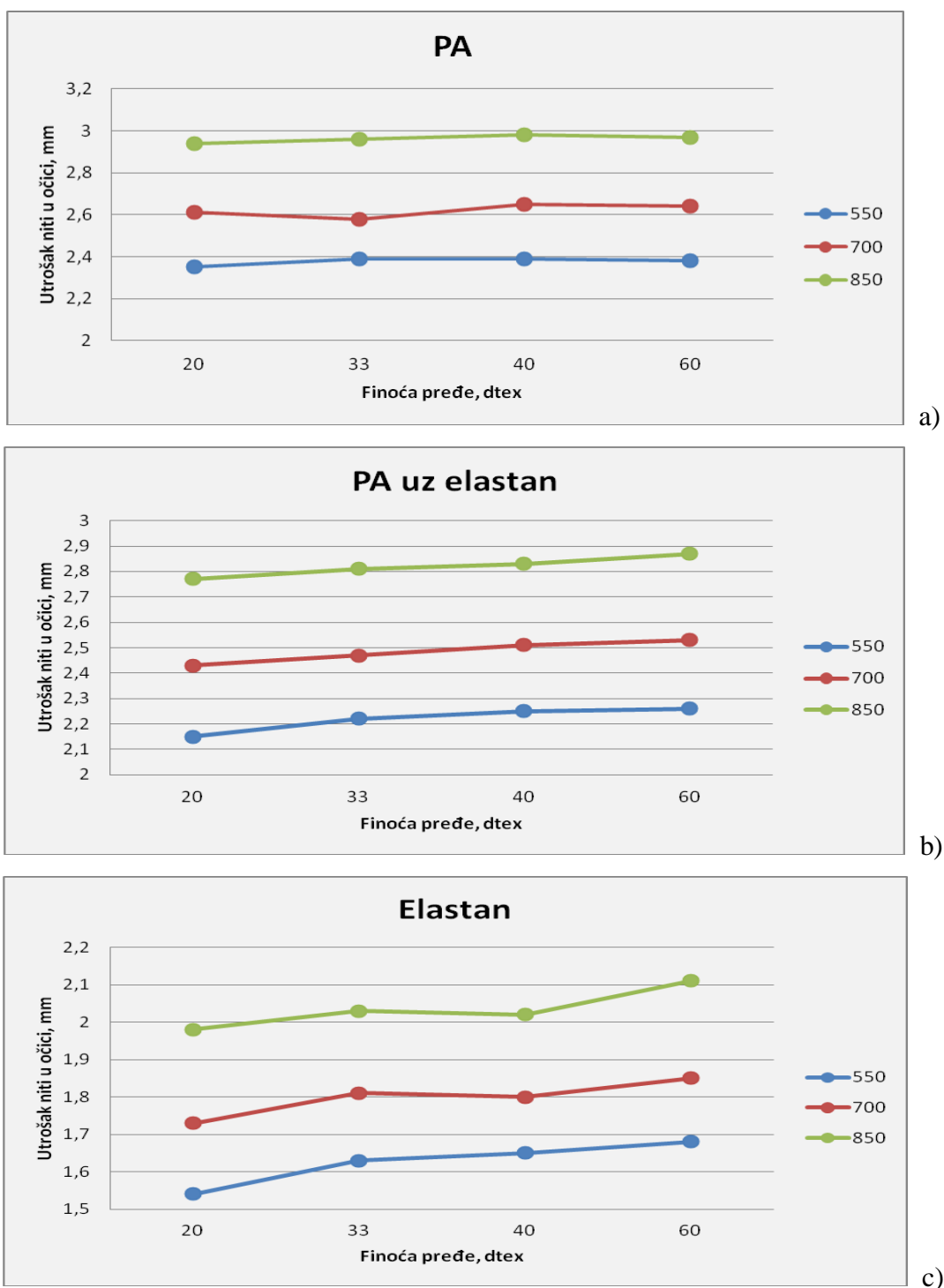
Zanimljivo je analizirati uplitanje pojedinih pređa s porastom dubine kuliranja. Povećanjem dubine kuliranja povećava se i uplitanje pređe pri oblikovanju očice. Tako npr. kad se plete PA pređom finoće 20 dtex pri dubini kuliranja 550 jedinica, prosječni utrošak niti za oblikovanje jedne očice iznosi  $2,35 \pm 0,02$  mm, kod dubine kuliranja 700 jedinica utrošak niti u očici je veći i iznosi  $2,61 \pm 0,02$  mm i kod najveće dubine kuliranja koja je iznosila 850 jedinica, utrošak niti u očici je najveći i iznosi  $2,94 \pm 0,02$  mm. Slični su rezultati dobiveni pri pletenju s ostalim pređama. Finoća pređe nema veliki utjecaj na uplitanje pređe u očicu. Tako npr. pri pletenju sa srednjom dubinom kuliranja koja je iznosila 700 jedinica, uplitanje niti za jednu očicu pređe finoće 20 dtex iznosi  $2,61 \pm 0,02$  mm, kod pređe finoće 33 dtex, uplitanje iznosi  $2,58 \pm 0,02$  mm, kod pređe finoće 40 dtex, uplitanje iznosi  $2,65 \pm 0,01$  mm i kod najgrublje pređe, tj. pređe finoće 60 dtex, uplitanje iznosi  $2,64 \pm 0,01$  mm. Na osnovi iznesenog može se zaključiti da se uplitanje dvije analizirane pređe u tri slučaja razlikuje. Općenito, kad se upliće PA pređa sa elastanskom pređom, njeno je uplitanje oko 10 % manje od samostalnog uplitanja, tj. kad u redu s PA pređom nema elastanske pređe. Uplitanje elastanske pređe u odnosu na PA pređu koja se samostalno upliće je oko 35 % manje. Navedene razlike upućuju na zaključak da se posebna pozornost treba posvetiti dovođenju pojedinih niti u zonu pletenja pri izradi djelomično platirnog cjevastog elastičnog pletiva. Za očekivati je da će se slični rezultati dobiti i kod drugih finoća i struktura pređa te dubina kuliranja.

Na sl. 8.-2 prikazani su utrošci niti u očici kod djelomično platirnih i platirnih uzoraka elastičnih cjevastih pletiva. I na ovim se dijagramima uočava znatno manje uplitanje elastanske pređe za oblikovanje jedne očice u odnosu na PA pređu. Također je uočljivo da je uplitanje PA pređe u platirnom pletivu manje od uplitanje PA pređe u djelomično platirnom pletivu.

Na sl. 8.-3 prikazani su utrošci niti u očici pojedinih pređa u djelomično platirnim pletivima. Kako je iz ovih slika uočljivo finoća pređe veoma malo utječe na uplitanje niti za oblikovanje jedne očice. Najčešće utječe do 5 %, a u rijetkim slučajevima i do 10 %. Dubina kuliranja znatno utječe na uplitanje niti za oblikovanje jedne očice. U ovim istraživanjima izrađivani su uzorci s tri najčešće korištene dubine kuliranja. Na osnovi ovih dubina kuliranja i utroška niti u očici može se izračunati zakonitost promjene utroška niti u očici u ovisnosti o dubini kuliranja. Slični se rezultati pojavljuju i kod potpuno platirnih pletiva. Na stroju se najčešće koriste dubine kuliranja 100 do 1300 jedinica. Ako je zakonitost linearna tada se metodom interpolacije i ekstrapolacije mogu izračunati i približni utrošci niti za oblikovanje jedne očice koji vjerojatno neće odstupati od praktičnih više od 5 %.



Sl. 8.-2 Prosječni utrošak PA i elastične niti za oblikovanje očice u djelomično platirnim i potpuno platirnim pletivima kod različitih finoća pređa i dubina kuliranja: a) kod dubine kuliranja 550, b) kod dubine kuliranja 700 i c) kod dubine kuliranja 850

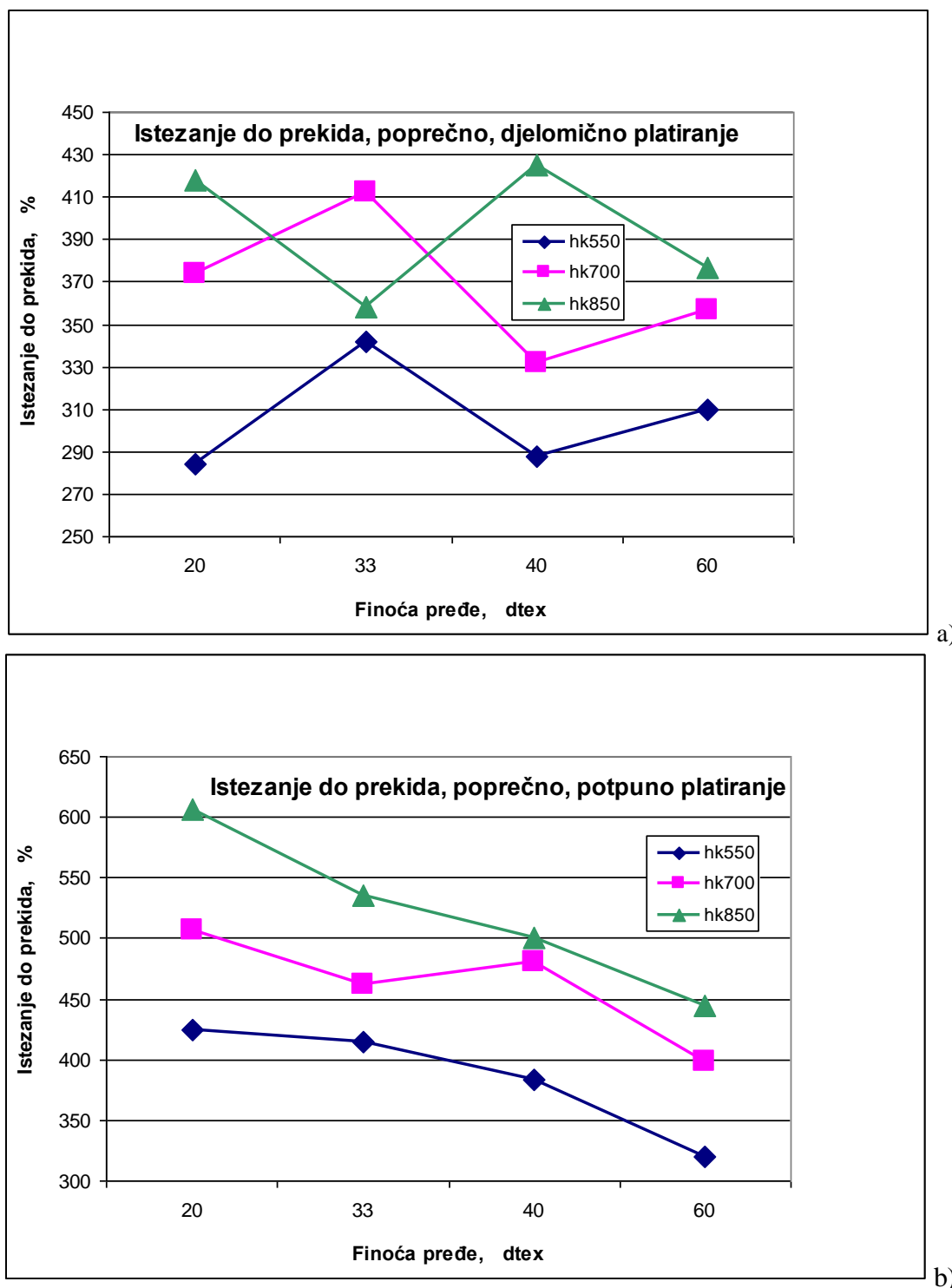


Sl. 8.-3 Prosječni utrošak PA i elastične niti za oblikovanje očice u djelomično platirnim pletivima 1+1 kod različitih finoća pređa i dubina kuliranja: a) kod dubine kuliranja 550, b) kod dubine kuliranja 700 i c) kod dubine kuliranja 850

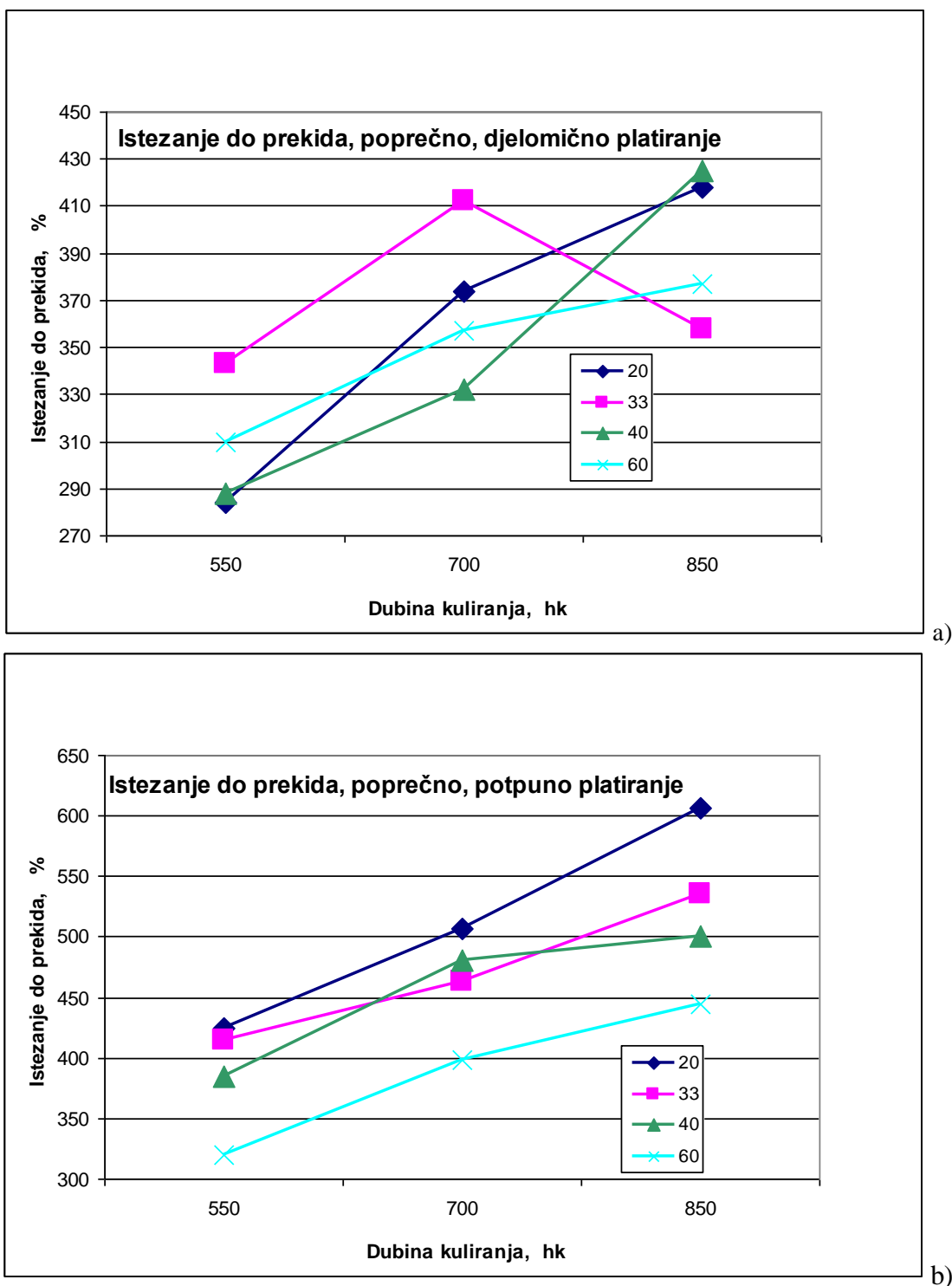
## 9. RASPRAVA REZULTATA MJERENJA ISTEZANJA PLETIVA

Mjeren je iznos istežanja pletiva u smjeru redova očica ili poprečno i smjeru nizova očica ili uzduž pletiva. Širina uzorka je iznosila 50 mm, a razmak između hvatalica dinamometra (kidalice) 75 mm. Cjevasti elastični uzorci su izrađeni na čaraparskom automatu koji u svakodnevnoj proizvodnji pleće fine ženske čarape. U većini slučajeva, kod ovakvih uzoraka koji podsjećaju na čarape, primarno je istežanje i elastičnost pletiva u smjeru redova očica ili poprečno. Zbog toga je naglasak na analizi istežljivosti pletiva u smjeru redova očica ili poprečno.

Na sl. 9.-1 predstavljena su dva dijagrama s kojima se prikazuje **istežanje pletiva do prekida u smjeru redova očica**. Jedan je dijagram vezan za osnovnu strukturu pletiva koja je izrađena u djelomično platirnom prepletu, a drugi dijagram za pletivo koje je izrađeno u platirnom ili potpuno platirnom prepletu. Na oba dijagrama na osi apscisa se nalazi finoća temeljne pređe s kojom su izrađivani uzorci, a na ordinati su vrijednosti istežanja pletiva do prekida. Iz navedenih grafikona (i tab. 7.-17.) može se uočiti da se istežanje do prekida kod djelomično platirnih pletiva nalazi u rasponu od 284 do 425 %, a kod potpuno platirnih pletiva je znatno veće i nalazi se u rasponu od 320 do 607 %. Ovo su zaista velike razlike u kojima se može na različite načine manipulirati istežanjem pletiva. Iz grafova je također uočljivo da dubina kuliranja značajno utječe na istežanje pletiva do prekida. Što je manja dubina kuliranja to je manji utrošak niti u očici pa se i pletivo manje isteže do prekida. Kod dubine kuliranja 550 jedinica i upotrebljivanih svih finoća pređa, istežanje djelomično platirnog pletiva se nalazi u granicama 284 do 342 % i nema neku posebnu zakonitost s obzirom na finoću pređe. Kod dubine kuliranja 700 jedinica, istežanje pletiva do prekida je znatno veće i iznosi 332 do 412 %. S dubinom kuliranja 850 jedinica, istežanje pletiva je u granicama 359 do 425 %. Kod sve tri korištene dubine kuliranja nema neke posebne zakonitosti na njen utjecaj na istežanje djelomično platirnog pletiva do prekida. Međutim, kod platirnog ili potpuno platirnog pletiva gdje svaki red oblikuje dvije pređe, uočljiv je kontinuirani utjecaj finoće pređe i dubine kuliranja na istežanje pletiva do prekida, sl. 9.-1b i sl. 9.-2.

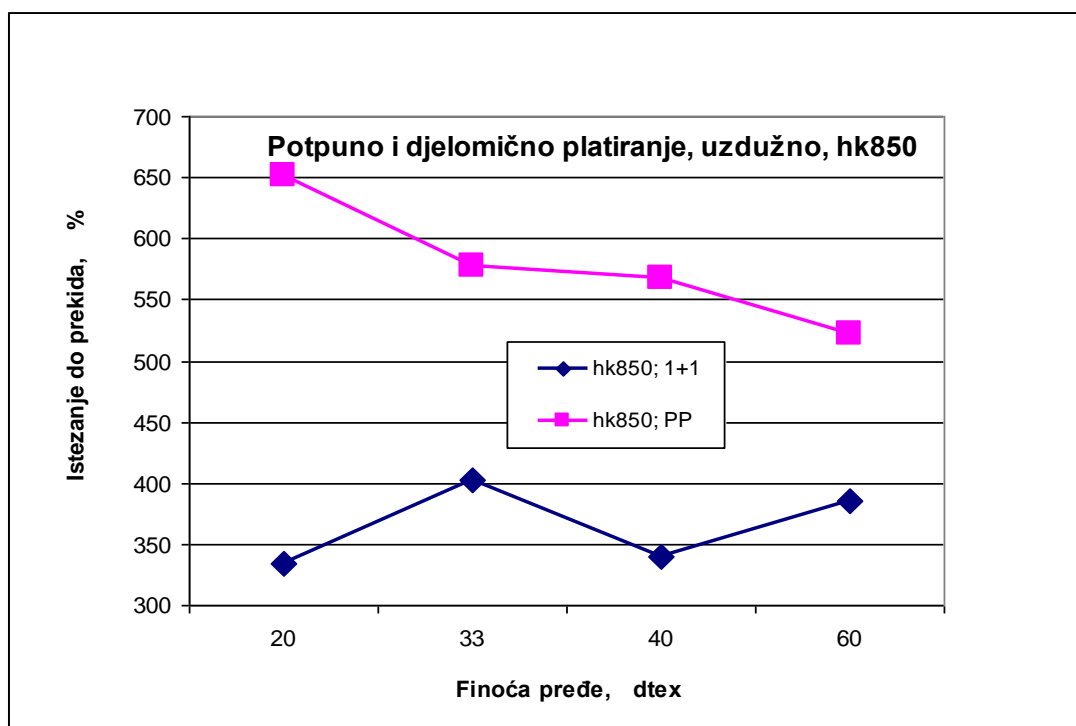


Sl. 9.-1 Dijagrami istežanja u trenutku prekida pletiva opterećenog u poprečnom smjeru ili smjeru redova očica za djelomično platirna i potpuno platirna pletiva kod različitih finoća pređa i dubina kuliranja: a) za djelomično platirna pletiva i b) za potpuno platirna pletiva



Sl. 9.-2 Dijagrami istežanja u trenutku prekida pletiva opterećenog u poprečnom smjeru ili smjeru redova očica za djelomično platirna i potpuno platirna pletiva kod različitih finoća pređa i dubina kuliranja: a) za djelomično platirna pletiva i b) za potpuno platirna pletiva

Kod svih uzoraka pletiva s porastom broja finoće pređe opada istežanje pletiva do prekida, a s povećanjem dubine kuliranja kontinuirano se povećava istežanje do prekida. Kod potpuno platirnih uzoraka izrađenih pri dubini kuliranja 550 jedinica, najveće istežanje do prekida imaju uzorci pletiva izrađeni pređama finoće 20 dtex i ono iznosi 424 %. Ovdje je značajno napomenuti da od svih pređa baš pređa finoće 20 dtex ima i najveće istežanje do prekida koje iznosi 27,6 % pa ono bitno utječe i na veće istežanje pletiva do prekida. Najmanje istežanje imaju uzorci izrađeni pređama finoće 60 dtex i kod njih istežanje do prekida iznosi 320 %. Istežanje pletiva do prekida u smjeru nizova očica ili uzduž pletiva nema kontinuiranu ili izražajnu promjenu. Zbog toga su samo na sl. 9.-3 prikazane osnovne razlike u istežanju pletiva do prekida za uzorke izrezane u smjeru nizova očica i izrađene pri dubini kuliranja 850 jedinica. Uočljivo je da djelomično platirni uzorci imaju oko 30 % manje istežanje pri prekidu nego platirni uzorci pletiva.



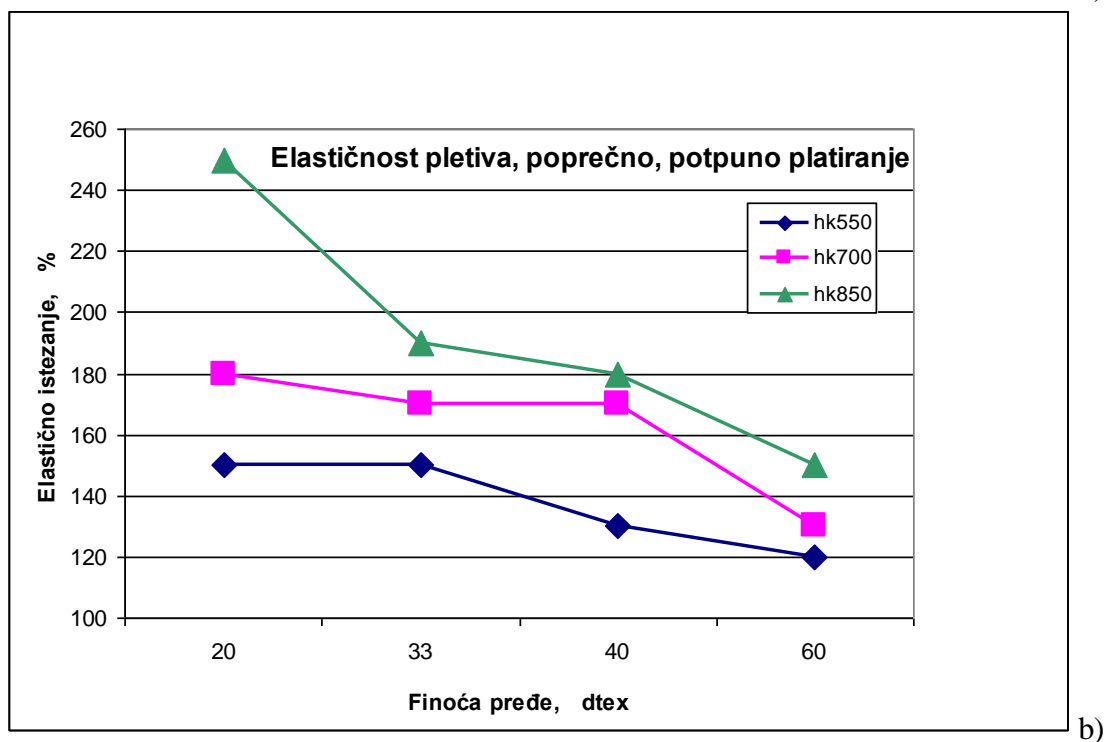
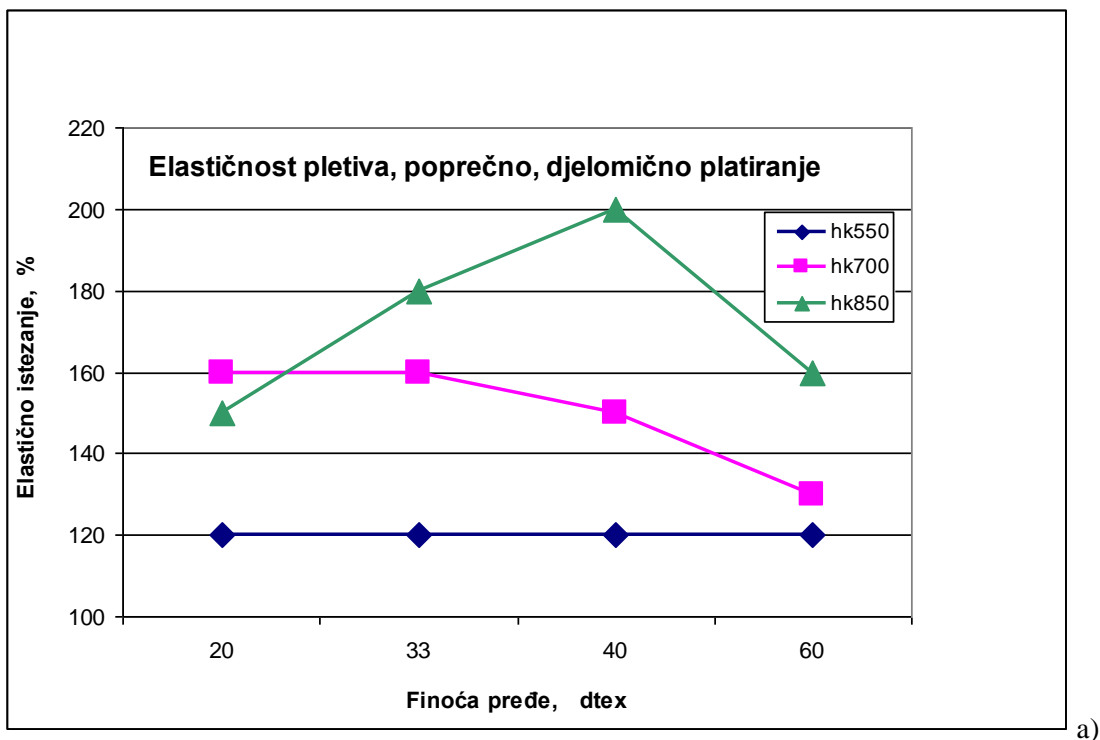
Sl. 9.-3 Dijagrami istezanja u trenutku prekida pletiva opterećenog u poprečnom smjeru ili smjeru redova očica za djelomično platirna i potpuno platirna pletiva kod različitih finoća pređa i dubina kuliranja: a) za djelomično platirna pletiva i b) za potpuno platirna pletiva

**Elastičnost pletiva u smjeru redova očica** ili poprečna elastičnost pletiva je veoma značajna za ovakva cjevasta elastična pletiva. Ovakvi su uzorci podloga za kompresijske fine ženske čarape ili medicinske kompresijske čarape. U teorijskom dijelu (sl.4.-2) naveden je opći dijagram istežanja pletiva u smjeru redova i nizova očica. U ovom dijagramu postoje tri područja. Prvo područje je linearnog oblika i proteže se do točke  $T_1$ . Pretpostavlja se da je u ovom području pletivo elastično, tj. nakon prestanka djelovanja vlačne sile pletivo se vraća u prvobitni položaj. U ovakvim istraživanjima veoma je diskutabilno vrijeme oporavka. U većini slučajeva pletivo se kontrahira u periodu od tri sekunde. Ostatak pletiva koji je ostao kao trajna deformacija kontrahira se uz malenu vlačnu silu okomitu na prethodnu silu istežanja. Ova sila iznosi manje od 5 % prekidne sile pletiva.

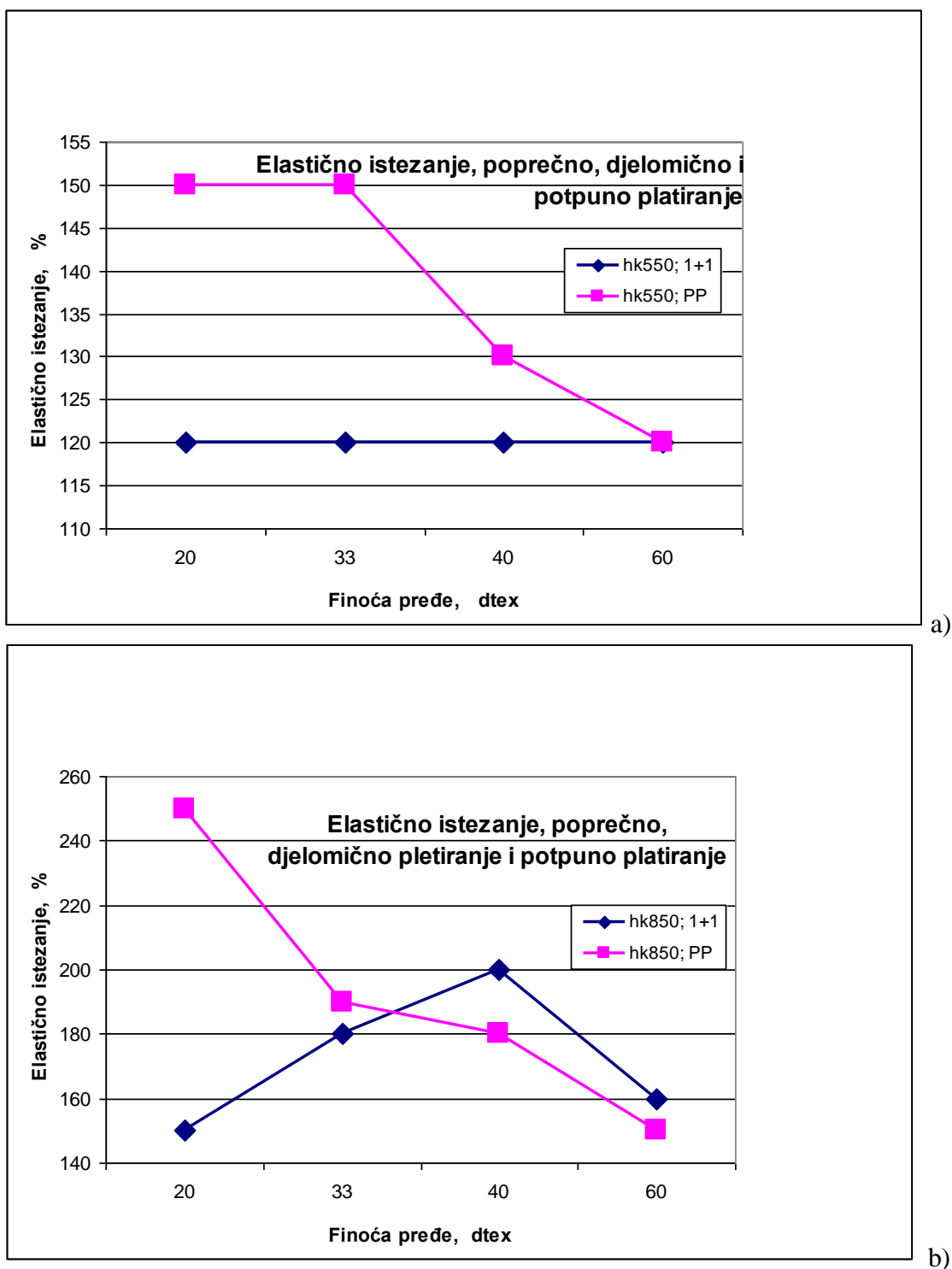
U ovim mjerenjima pretpostavilo se da je pletivo elastično u ovom prvom linearnom području istežanja. Iznosi elastičnosti u smjeru redova očica za pojedine uzoraka djelomično platirnog pletiva prikazani su na sl. 9.-4. Prvi zanimljivi podatak pokazuje da se sa svim pređama i pri dubini kuliranja 550 jedinica, izrađuju pletiva koja su oko 120 % elastična pri istežanju u smjeru redova očica. Kod dubine kuliranja 700 jedinica elastičnost pletiva opada s porastom broja finoće pređe sa 160 na 130 %. Kod pletiva izrađenih pri dubini kuliranja 850 jedinica elastičnost nema posebnu zakonitost. Ona se nalazi u području 150 do 200 % i najveća je kod pređe finoće 40 dtex iako je ova pređa najmanjeg istežanja do prekida koje iznosi 20,85 %.

Kod potpuno platirnih pletiva zakonitosti elastičnosti su izražajnije s obzirom na utjecaj finoće pređe i dubine kuliranja, sl. 9.-4b. Prvo je uočljivo da elastičnost pletiva u smjeru redova očica uvijek opada s porastom broja finoće pređe. Druga zakonitost koja se može uočiti u dijagramima je da elastičnost kontinuirano opada sa smanjenjem dubine kuliranja. Ovo su veoma značajni zaključci koji se trebaju primjenjivati pri konstrukciji elastičnih proizvoda, u prvom redu kompresijskih finih ženskih čarapa, naročito čarapa za trudnice ili kompresijskih medicinskih čarapa. Pri dubini kuliranja 550 jedinica, potpuno platirna pletiva imaju elastičnost u smjeru redova očica oko 150 do 120 %. Kod pletiva izrađenih pri većoj dubini kuliranja, tj. dubini 700 jedinica, elastičnost pletiva se nalazi u području 180 do 130 %, a kod najveće dubine kuliranja elastičnost iznosi čak 250 do 150 %, sl. 9.-5. Ovo su velike razlike koje se planski mogu ugraditi u različite veličine kompresijskih finih ženskih čarapa.

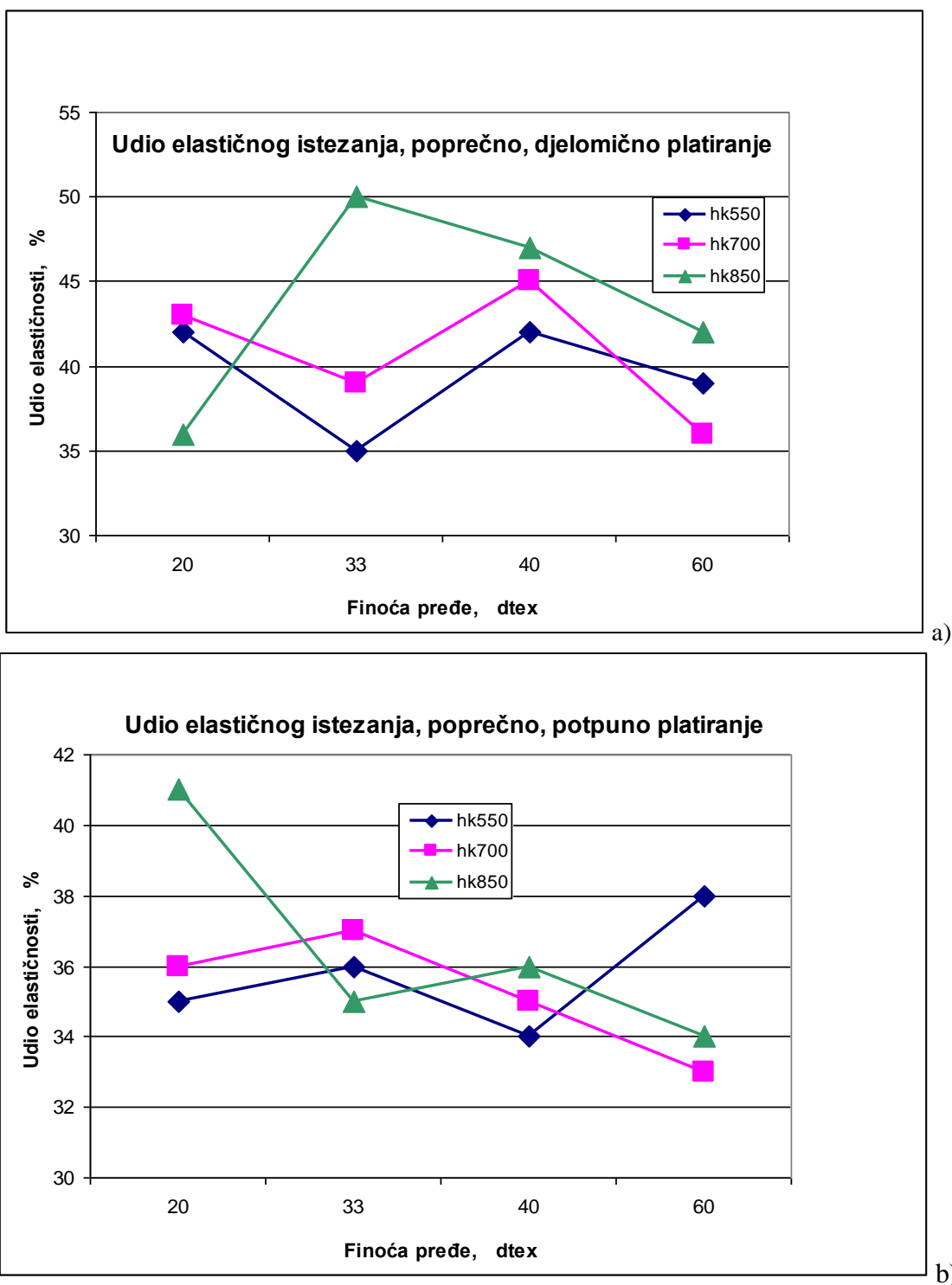




Sl. 9.-4 Dijagrami elastičnosti pletiva opterećenog u poprečnom smjeru ili smjeru redova očica za djelomično platirna i potpuno platirna pletiva kod različitih finoća pređa i dubina kuliranja: a) za djelomično platirna pletiva i b) za potpuno platirna pletiva

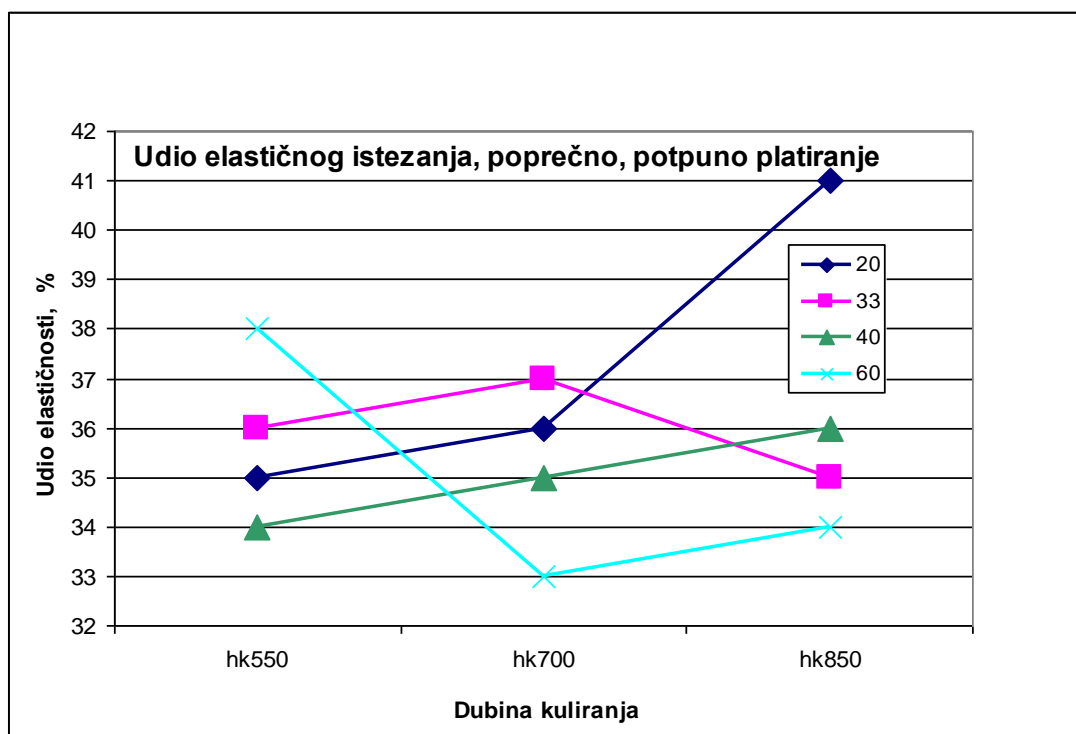


Sl. 9.-5 Dijagrami elastičnosti pletiva opterećenog u poprečnom smjeru ili smjeru redova očica za djelomično platirna i potpuno platirna pletiva kod različitih finoća pređa i dubina kuliranja: a) za dubinu kuliranja 550 jedinica i b) za dubinu kuliranja 850 jedinica



Sl. 9.-6 Udjeli elastičnosti pletiva u odnosu na ukupno istezanje pletiva opterećenog u smjeru redova očica za djelomično platirna i potpuno platirna pletiva kod različitih finoća pređa i dubina kuliranja: a) za djelomično platirna pletiva i b) za potpuno platirna pletiva

**Udio elastičnog istežanja** u odnosu na ukupno istežanje razlikuje se kod djelomično platirnih i potpuno platirnih pletiva te je prosječno veći kod djelomično platirnih pletiva, sl.9.-6. Udio elastičnosti kod djelomično platirnih pletiva nalazi se u području 35 do 50 % ili prosječno za sve mjerene uzorke pletiva iznosi oko 40 % i nema posebnu zakonitost. Prema tome, ostatak dijagrama istežanja pletiva u smjeru redova očica iznosi oko 60 %. Kod potpuno platirnih pletiva na elastično područje otpada 33 do 41 % ili prosječno oko 35 %. Prema ovome, udio elastičnosti kod potpuno platirnih pletiva je oko 5 % manji od udjela elastičnosti djelomično platirnih pletiva. Uzorci pletiva izrađeni pređama finoće 40 dtex imaju maleno kontinuirao povećanje udjela elastičnosti s povećanjem dubine kuliranja. Ono se blago povećava sa 34 na 35 i potom 36 % s obzirom na porast dubine kuliranja, sl. 9.-7. Kod uzoraka izrađenih s pređom 20 dtex udio se povećava od 35 do 41 %, a kod ostala dva uzorka nema linearnu zakonitost i nalazi se u području 33 do 38 %.



Sl. 9.-7 Udjeli elastičnosti pletiva u odnosu na ukupno istežanje pletiva opterećenog u smjeru redova očica za potpuno platirna pletiva kod različitih dubina kuliranja i finoća pređa

## 10. ZAKLJUČAK

Za analizu su dobivene dvije osnovne grupe nedorađenih elastičnih cjevastih pletiva. Prva grupa pletiva je izrađena u djelomično platirnom desno-lijevom prepletu 1+1 pri čemu je temeljna struktura izrađena s PA multifilamentnom pređom, a u svaki drugi red još se uplitala elastanska pređa. Druga grupa uzoraka je izrađena u temeljnom ili potpuno platirnom prepletu pri čemu su dvije pređe istovremenim uplitanjem oblikovale red pletiva. Prva je pređa PA, a druga elastanska. Za pletenje su korištene četiri PA pređe finoća 20 dtex f 20, 33 dtex f34, 40 dtex f40 i 60 dtex f60 te jedna elastanska pređa finoće 22/17 dtex f7. Svi navedeni uzorci su izrađivani s tri dubine kuliranja jediničnih iznosa 550, 700 i 850. Jedan uzorak imao je jednu strukturu pletiva. Stroj na kojem su izrađivani uzorci imao je finoću E32 i pleo sa 400 igala. Na osnovi provedenih analiza parametara strukture i mjerenja rasteznih svojstava pletiva navode se značajniji zaključci.

1. U ovim istraživanjima bilo je značajno odrediti uplitanje pojedine pređe u red pletiva, a time i prosječni utrošak pređe za oblikovanje očice. Ovi su parametri usko povezani s veličinom istežanja pletiva. Kako se radi o finim PA multifilamentnim pređama istežanja do prekida 20,85 do 27,6 % bio je problem odrediti predopterećenje pređe kod mjerenja njene duljine. Na osnovi probnih mjerenja predopterećenje je iznosilo 0,7 cN/tex ili za pojedine pređe 1,4; 2,3; 2,8 i 4,2 cN. Za elastansku pređu predopterećenje je iznosilo 1,5 cN. Kad se u jedan red očica upliće samo PA pređa tada se prosječno za jednu očicu uplete  $2,35 \pm 0,02$  do  $2,98 \pm 0,01$  mm. S povećanjem dubine kuliranja povećava se i prosječno uplitanje pređe u jednu očicu. Međutim, kad se uz PA pređu upliće i elastanska pređa tada je prosječno uplitanje PA pređe za oblikovanje jedne očice manje i iznosi  $2,15 \pm 0,02$  do  $2,87 \pm 0,02$  mm, a uplitanje elastanske pređe je još manje i iznosi  $1,54 \pm 0,02$  do  $2,20 \pm 0,02$  mm. Finoća pređe bitno ne utječe na uplitanje pređe u red pletiva.

2. Mjereno je istežanje pletiva u smjeru redova očica ili poprečno i u smjeru nizova očica ili uzduž pletiva. Za mjerenje istežanja upotrebljavani su trakasti ili linearni uzorci pletiva širine 50 mm koji su učvršćeni u hvatalice dinamometra na razmaku 75 mm.

Računalo dinamometra registriralo je istežanje pletiva pri prekidu u smjeru redova očica koje je kod djelomično platirnih pletiva iznosilo 284 do 425 %, a kod potpuno platirnih pletiva je znatno veće i nalazi se u rasponu 320 do 607 %. Kod analize vlačnih svojstava pletiva naglasak je bio na procjeni iznosa elastičnosti pletiva. Iznosi elastičnosti pletiva ovisi o finoći pređe i dubini kuliranja. Iznos elastičnosti pletiva u smjeru redova očica za pojedine uzoraka djelomično platirnog pletiva iznosi 120 do 200 %, a kod potpuno platirnih uzoraka pletiva 120 do 250 %.

3. Udio elastičnog istežanja u odnosu na ukupno istežanje razlikuje se kod djelomično platirnih i potpuno platirnih pletiva te je prosječno veći kod djelomično platirnih pletiva. Udio elastičnosti kod djelomično platirnih pletiva nalazi se u području 35 do 50 % ili prosječno za sve mjerene uzorke pletiva iznosi oko 40 % i nema posebnu zakonitost. Prema tome, ostatak dijagrama istežanja pletiva u smjeru redova očica iznosi oko 60 %. Kod potpuno platirnih pletiva na elastično područje otpada 33 do 41 % ili prosječno oko 35 %, tj. udio elastičnosti kod potpuno platirnih pletiva je oko 5 % manji od udjela elastičnosti djelomično platirnih pletiva.

Iz navedenog istraživanja uočljive su mnoge zakonitosti i veličine kako u parametrima strukture pletiva tako i u njegovim vlačnim svojstvima. Velike razlike koje su registrirane kod vlačnih svojstava pletiva planski se mogu ugraditi u različite veličine i oblike elastičnih proizvoda, u prvom redu kompresijskih finih ženskih čarapa, naročito čarapa za trudnice ili kompresijskih medicinskih čarapa. Istraživanja su provedena na nedorađenim pletivima. Za komercijalizaciju navedenih proizvoda obavezno bi bilo istražiti utjecaj uvjeta oplemenjivanja na elastičnost analiziranih struktura pletiva.

## Literatura

- [1] Sinclair R.: Textiles and Fashion, Materials, Design and Technology, Woodhead Publishing, Amsterdam 2015.
- [2] Vrljićak Z.: Tehnološki izračuni proizvodnje pletiva, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb 2017.
- [3] Savnik V.: Pletenje I, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Slovenija, Ljubljana 1978.
- [4] Anson R. i Brocklehurst G.: World Markets for Textile Machinery: Part 3 – Knitted Fabric Manufacture, Textil Outlook International, No 142, November 2009, str. 103-120
- [5] [http://www.itmf.org/images/dl/articles/2007/ITMF\\_Global\\_Textile\\_Summit.pdf](http://www.itmf.org/images/dl/articles/2007/ITMF_Global_Textile_Summit.pdf)
- [6] Modig, N.: Hosiery Machines, Meisenbach, Bamberg 1988.
- [7] Bašnec I.: Proces izrade finih ženskih čarapa, Tekstil 43(1994.) 5, 255-259
- [8] Pavlović Ž, Lozo M, Vrljićak Z.: Problemi određivanja utroška niti u očici finih ženskih čarapa, Tekstil 65(2016.)1-2, 35-46
- [9] <http://www.lonati.com/socks-machines-sock-knitting-machines.asp>
- [10] Koslowski H.-J.: Chemiefaser Lexikon, Duetscher Fachverlag, Frankfurt am Main 2008.
- [11] Lozo M., Pavlović Ž. i Vrljićak Z.: Parametri strukture pletiva finih ženskih čarapa s elastanskom niti, 11. znanstveno-stručno savjetovanje, Tekstilna znanost i gospodarstvo, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb 2018., 98-103
- [12] Čunko R. i Andrassy M.: Vlakna, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb 2010.
- [13] McIntyre J.E.: Synthetic fibres: nylon, polyester, acrylic, polyolefin, Woodhead Publishing, Boca Raton Boston 2005.
- [14] Vrljićak Z.: Osnovni parametri pletiva, Tekstil 31(1982.) 2, 95-106
- [15] Vrljićak Z.: Projektiranje pletiva, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, skripta, Zagreb 2011.

- [16] Šomođi Ž.: Osnove tehničke mehanike, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb 2011.
- [17] Pavlović Ž., Sučić T. i Vrljičak Z.: Rastezljivost platirnih desno-desnih pletiva za izradu rekreacijske odjeće, Tekstil 66(2017.) 5-6, 135-144
- [18] Lasić V.: Vezovi pletiva, udžbenik za tekstilne škole, Zagreb 1998.
- [19] Vrljičak Z.: Utjecaj sile u niti na ulazu u pletaći sistem na mehanička svojstva desno-desnog kulirnog pletiva, Tekstil, 39(1990.),9, 537-541