

Proizvodno testiranje neindustrijskog ravnopletaćeg dvoigleničnog stroja

Prof.dr.sc. **Zlatko Vrljičak**, dipl.ing.

Katarina Krstović, mag.ing.techn.text.¹

Željka Pavlović, mag.ing.techn.text.²

Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet

¹Tekstilna tvornica Trgovišće, Veliko Trgovišće

²Jadran tvornica čarapa, Zagreb

Zagreb, Hrvatska

e-mail: zlatko.vrljicak@ttf.hr

Prispjelo 24.07.2014.

UDK 677.025.4:677.017

Izvorni znanstveni rad

Proizvodno je testiran ravnopletaći dvoiglenični stroj upravljani elektromotorom finoće E5 duljine iglenice 90 cm na kojoj pletu 175 x 2 igle s jednim pletaćim sustavom. Stroj nije namijenjen industrijskoj proizvodnji već tzv. kućnoj upotrebi, odnosno koristi se u kućnoj radinosti i u različitim institucijama. Rad stroja je testiran s pređama različitih finoća, struktura i sirovinskog sastava te pri različitim dubinama kuliranja i razmacima između iglenica. Svi su uzorci izrađivani u glatkom kulirnom desno-desnom prepletu. Za pletenje su korištene jednostruke i končane pređe finoće 102, 151, 184 i 194 tex. Sa svakom su pređom pleteni uzorci pri dubini kuliranja 3, 4, 5 i 6 i pri razmaku iglenica 3, 4, 5 i 6 (što odgovara približno iznosu u mm). Ukupno je izrađeno 64 uzoraka pletiva. Urošak niti u očici iznosi 9,04 do 14,35 mm, a plošna masa pletiva 194 do 523 g/m². Na temelju eksperimentalnih podataka izvedene su matematičke ovisnosti između pojedinih parametara strukture pletiva i opisane linearnim jednadžbama s tri ili četiri nepoznanice. U osnovi se pletiva koriste za izradu nekonvencionalnih gornjih odjevnih predmeta, različitih prekrivača i prostirača, ali i za konvencionalnu pletenu gornju odjeću.

Ključne riječi: dvoiglenični ravnopletaći stroj, glatko kulirno desno-desno pletivo, parametri strukture pletiva, tehnološka analiza

1. Uvod

U procesu ujedinjenja Europe i njenim tržišnim povezivanjem sa svijetom, u svim djelatnostima događaju se određene aktivnosti kroz koje je uočljivo da se Europa grčevito bori za ekonomsku stabilnost i socijalnu osjetljivost. Globalizacijom tržišta, u Europi su mnoge industrijske grane smanjile proizvodne kapacitete, a mnoge su u pojedinim državama gotovo nestale. Uvozna roba iz azijskih zemalja postupno zadovoljava eu-

ropske kriterije i u sve većim se količinama nalazi na europskom tržištu. U mnogim europskim zemljama velika je stopa nezaposlenosti i sve veći socijalni nemiri. Europska unija analizirala je stanje i perspektivu tekstilne i lake industrije, a pojedine europske države na različite načine pronalaze rješenja za svoje probleme [1].

Europska tekstilna, a naročito odjevna industrija izgubile su ogromne proizvodne kapacitete i time bitno utjecale na povećanje broja nezapo-

slenih. Na europskom prostoru postojalo je nekoliko značajnih proizvođača strojeva za kvalitetnu industrijsku proizvodnju pletenih gornjih odjevnih predmeta poput vesta, pulovera, prsluka, haljina, suknji, hlača i sl. proizvoda. Kako su u većini slučajeva azijske zemlje preuzele iz europske industrijske proizvodnje tekstila i odjeće, tako su neki proizvođači strojeva za industrijsku izradu pletene gornje odjeće propali, a neki su znatno smanjili proizvodne kapacitete [2, 3].

Rezultat ovakvog stanja je da se u europskim zemljama ponovo aktiviraju proizvodne djelatnosti. Mnoge institucije kupuju različite strojeve, čak i postrojenja kako bi mogle zadovoljiti vlastite potrebe ili potrebe svoje korporacije ili udruge. Proizvodnja tekstila i odjeće za vlastite potrebe u pojedinim slučajevima bitno utječe na rad i poslovanje određene institucije. Mnogi domovi umirovljenika, rehabilitacijski centri za djecu, omladinu ili odrasle, kulturno-umjetničke, sportske i religijske zajednice, škole, samostani i sl. institucije kupuju strojeve za tzv. kućnu ili obiteljsku izradu i koriste ih za vlastite potrebe. Tako npr. kulturno-umjetnička društva, lovačke udruge ili savezi koriste mnogo određenih oblika i veličina čarapa pa kupuju čaraparske automate za izradu čarapa za svoje potrebe. Veći samostani imaju vlastite radionice za izradu svećeničkog ruha koje je izrađeno najsvremenijim CAD/CAM tehnikama vezenja. Institucije poput domova umirovljenika i manjih samostana kupuju ravnopletaće strojeve na kojima izrađuju pletiva za različite gornje odjevne predmete i sl. proizvode. Ovakvi strojevi s manjim kapacitetom proizvodnje često se koriste u edukacijske, rehabilitacijske ili terapijske svrhe pri čemu značajno utječu na funkcioniranje institucije [4].

Pri kupnji, uz stroj dolaze detaljna uputstva za montažu i korištenje. Često, uslužni servis dostavlja stroj, obavlja njegovu montažu i osposobljava za rad te upućuje korisnike s načinom korištenja i servisiranja stroja. Mnoge informacije o korištenju stroja mogu se preuzeti s elektroničkih mrežnih stranica. U svijetu se oko pet puta više proizvodi i prodaje ovakvih strojeva u odnosu na industrijske strojeve. Jedan od razloga je i taj što su ovakvi strojevi znatno jeftiniji od industrijskih strojeva [5-7].

2. Korištenje stroja

Svaki stroj ima svoju osnovnu namjenu pa tako i ravnopletaći dvoiglenični za tzv. kućnu upotrebu, sl.1, koji je u



Sl.1 Ravnopletaći dvoiglenični stroj za kućnu upotrebu; a) izgled stroja, b) skretnice s regulatorom dubine kuliranja (h_k) i c) mehanizam za regulaciju razmaka između iglenica (R_i)

prvom redu namijenjen za izradu pletenih gornjih odjevnih predmeta poput pulovera, vesta, prsluka i sl. proizvoda. Ovakvi se proizvodi u osnovi izrađuju s vunanim pređama ili pređama od mješavine vune i PAN te pamučnim pređama. Ovisno o konstrukcijskom obliku i namjeni proizvoda koriste se jednostruke i končane, glatke ili efektne pređe, pri čemu se u jedan red upliće jedna ili više pređa u različitim oblicima platiranja. Prije početka korištenja ovakvog stroja poželjno ga je testirati kako bi se vidjele mogućnosti izrade strukture pletiva. U probnom radu se mogu koristiti tri razine složenosti testiranja stroja. U prvoj razini testira se rad stroja pri izradi glatkih i jednostavnih struktura pletiva. U drugoj se razini testiraju mogućnosti izrade različitih uzoraka pletiva, naročito višebojnih žakara i strukturalno uzorkovanih pletiva. U trećoj se razini testiraju granične mogućnosti izrade pletiva [8, 9].

Rad stroja za izradu glatkih i jednostavnijih struktura pletiva testira se pletenjem sa:

Pređama određenih finoća, struktura i sirovinskih sastava. Pri ovom testiranju izrađuju se pletiva s najfinijim do najgrubljim pređama preporučenima za određenu finoću stroja. Također se koriste pređe različitih končanih ili dubliranih struktura (ili platiranja), rasteznih svojstava i oblika kao i broja uvoja.

Različitim dubinama kuliranja. Svaki stroj ima mogućnost rada s nekoliko dubina kuliranja. Pri ovom testiranju poželjno je izrađivati uzorke pletiva s različitim finoćama i strukturama pređa kod određene

dubine kuliranja. U izradi optimalne strukture pletiva, svakoj finoći pređe potrebno je prilagoditi određenu dubinu kuliranja.

Različitim razmakom iglenica. Također svaki stroj ima mogućnost rada s nekoliko razmaka između iglenica. Na pojedinim razmacima iglenica neke je uzorke jednostavnije izraditi nego promjenom dubine kuliranja. Međutim, različiti razmaci među iglenicama najčešće se koriste kod izrade uzorkovanih pletiva kod kojih je potrebno prenositi poluočice s jednih na druge igle.

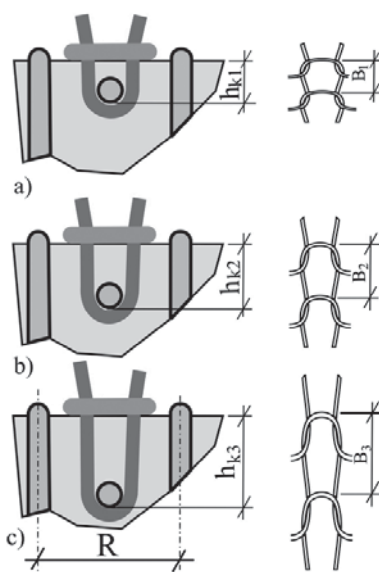
2.1. Odnos finoće stroja i finoće pređe

Svaki proizvođač strojeva preporučuje za pojedinu finoću stroja koristiti pređe određenih struktura, finoća i sirovinskih sastava [7, 10]. Korisnici strojeva uglavnom se pridržavaju ovih preporuka. Međutim, iskusni korisnici kombiniraju primjenu pređa različitih struktura, svojstva i sirovinskog sastava za izradu pletiva određenih svojstava, funkcionalnosti i često za izradu ekskluzivnih proizvoda. Ravnopletaći dvoiglenični strojevi za kućnu proizvodnju najčešće se izrađuju u finoćama E5, E6 i E7. Na ovim finoćama strojeva plete se različitim finoćama pređa, od 50 do 300 tex te se izrađuju pletiva plošne mase od 200 do 1000 g/m². Pleteni gornji odjevni predmet za odraslu osobu ima površinu oko 1 m² i ako se izrađuje na navedenim strojevima ima masu oko 500 g, odnosno iz 1 kg pređe mogu se izraditi dva odjevna predmeta poput pulovera ili vesti. Ako se želi izrađivati laganiji ženski gornji odjevni predmet tada će se ko-

ristiti stroj finoće E7 i pređa finoće oko 100 tex pri čemu će masa četvornog metra iznositi oko 300 g pa će se iz 1 kg pređe izraditi tri odjevna predmeta. Međutim, za izradu masivnijih pulovera i vesta koji imaju oblik kratkog kaputa, koristi se stroj finoće E5 i grublje pređe, finoće 200 do 300 tex pri čemu je potrebno utrošiti i do 1 kg pređe po jednom puloveru ili vesti. Ovo je veoma značajan podatak za planiranje troškova proizvodnje. U načelu, s finijim se pređama plete na finijim strojevima i s grubljim pređama na grubljim strojevima kako bi se dobila zadovoljavajuća punoća pletiva i njegova rastezna svojstva. Prilikom proizvodnog testiranja stroja poželjno je izrađivati uzorke pletiva s različitim finoćama, strukturama i sirovinskim sastavima pređa [5, 6, 11].

2.2. Odnos finoće pređe i dubine kuliranja

Namjena i funkcionalnost proizvoda u osnovi utječu na izbor strukture, oblika i sirovinskog sastava pređe za pletenje. Kad je za određeni proizvod izabrana pređa tada je potrebno uskladiti dubinu kuliranja s finoćom pređe i strukturom pletiva, sl.2. Na ravnopletaćim dvoigleničnim strojevima izrađuju se desno-desna kulirna pletiva kod kojih koeficijent zbijenosti očica (C) najčešće iznosi 0,6 do 0,8 [12,13]. Ako se želi izraditi na finoći stroja E5 vrlo zbijeno pletivo za zimske odjevne predmete slične kratkim kaputima ili slavonskim „spenserima“, tada će se koristiti vunene pređe finoće oko 300 tex i za njih najmanja optimalna dubina kuliranja, sl.2a, i najmanji razmak iglenica, sl.3. Nakon skidanja sa stroja i opuštanja, pletivo će se skupiti samo oko 10 %. Nakon procesa pranja i glačanja ili oplemenjivanja, pletivo će se dodatno neznatno skupiti i učvrstiti te imati funkcionalnost i lijep izgled. Za izradu laganih prekrivača, poput marama, preporučuju se vunene ili PAN pređe ili pređe njihovih mješavina. Pređe imaju veliku dlakavost i malu uvojitost, najčešće



Sl.2 Prikaz različitih dubina kuliranja;

- a) najmanja dubina kuliranja,
 - b) srednja dubina kuliranja i
 - c) najveća dubina kuliranja;
- h_{k1} , h_{k2} i h_{k3} - dubine kuliranja, mm
 B_1 , B_2 i B_3 – visine reda očica, mm
 R – razdjel stroja, mm

100 do 300 uvoja/m. S ovakvim pređama i većom dubinom kuliranja, sl.2c, izrađuje se porozno pletivo, plošne mase 200 do 300 g/m². S tehnološkog aspekta, većom dubinom kuliranja (h_{ki}) dobije se veći

utrošak niti u očici (ℓ_i) i veća visina reda očica (B_i) te manja plošna masa pletiva (m_i), odnosno:

$$h_{k1} < h_{k2} < h_{k3}$$

$$h_{k1} \rightarrow B_1 \rightarrow \ell_1 \rightarrow m_1$$

$$h_{k2} \rightarrow B_2 \rightarrow \ell_2 \rightarrow m_2$$

$$h_{k3} \rightarrow B_3 \rightarrow \ell_3 \rightarrow m_3$$

pri čemu je:

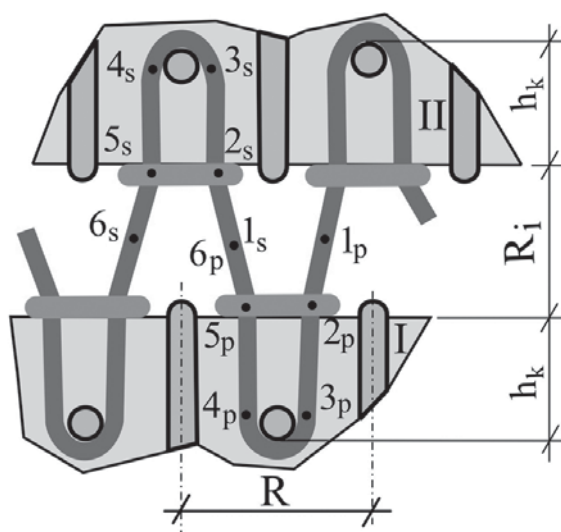
$$B_1 < B_2 < B_3$$

$$\ell_1 < \ell_2 < \ell_3$$

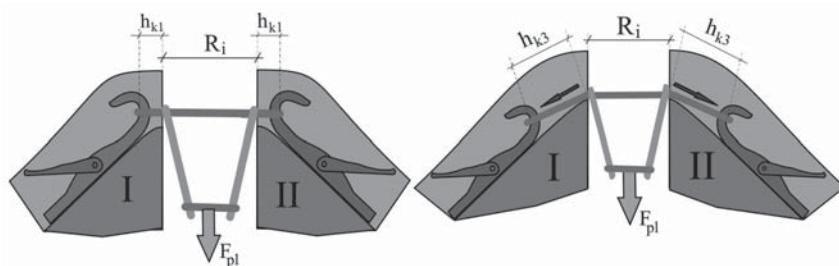
$$m_1 > m_2 > m_3$$

2.3. Odnos dubine kuliranja i razmaka između iglenica

Kada se na jednom stroju plete pređom jedne finoće, tada se s povećanom dubinom kuliranja dobiva poroznije i laganije pletivo. Ako se želi dobiti masivnije pletivo, tada se plete s grubljim pređama i manjom dubinom kuliranja. Međutim, ako se želi dobiti veoma grubo i voluminozno pletivo, tada se plete s grubim, slabo uvijenim i mekanim pređama velikom dubinom kuliranja i većim razmakom između iglenica, sl.4. Moderni pleteni gornji odjevni predmeti mogu se izraditi s različitim efektnim pređama. S ovakvim se pređama češće plete pri većem razmaku između iglenica i pri manjoj dubini kuliranja. Ovakve se pređe sve više



Sl.3 Prikaz kuliranja niti u obje iglenice; I – prednja iglenica, II – stražnja iglenica, R – razdjel stroja, mm, R_i – razmak između iglenica, mm, h_k - dubina kuliranja, mm 1_p do 6_p – glavne točke u niti pri oblikovanju očice na prednjoj iglenici i 1_s do 6_s – glavne točke u niti pri oblikovanju očice na stražnjoj iglenici



Sl.4 Prikaz razmaka između iglenica i dubina kuliranja; I – prednja iglenica, II – stražnja iglenica, R_i – razmak između iglenica (mm), h_{k1} – najmanja dubina kuliranja (mm), h_{k3} – najveća dubina kuliranja (mm), F_{pl} – sila povlačenja pletiva (N)

koriste za izradu različitih nesvakodnevnih odjevnih predmeta poput toga, tunika, ponča, kimona, ogrtača s kapuljačom i dr. proizvoda [14-16].

Tri navedena parametra: finoća pređe, dubina kuliranja i razmak između iglenica se koriste u različitim kombinacijama pri izradi određenih pletenih proizvoda. Usklađivanjem navedenih parametara dobiva se pletivo određene strukture, u prvom redu punoće i rasteznih svojstava. Za tehnologa pletača plošna masa je osnovni tehnološki i ekonomski parametar u planiranju proizvodnje pletiva. Zbog toga je s tehnološkog gledišta važno uočiti utjecaje navedenih triju parametara na plošnu masu pletiva. Pri tehnološkom testiranju stroja uzorci se izrađuju s nekoliko struktura pređa pri različitim dubinama kuliranja i razmacima između iglenica. Na osnovi podataka dobivenih iz strukture izrađenih pletiva moguće je statističkom obradom odrediti matematičke ovisnosti pojedinih parametara pletiva [17,18]. Na temelju iznesenog, vrijedi:

$$m = f(T, h_k, R_i)$$

gdje je: m – plošna masa pletiva, g/m^2 , T – finoća pređe, tex , h_k – dubina kuliranja, mm i R_i – razmak između iglenica, mm

U praksi su ovakve ovisnosti najčešće linearne i imaju opći oblik (1):

$$m = k_0 + k_1 \cdot T + k_2 \cdot h_k + k_3 \cdot R_i \quad (1)$$

pri čemu je k_0 – slobodni koeficijent ili koeficijent položaja, a k_1 , k_2 i k_3 – koeficijenti smjera pojedinog parametra.

Prema tome, kada se izrade i analiziraju određeni uzorci pletiva, tada se za njihove pojedine parametre mogu izračunati matematičke ovisnosti s kojima se mogu metodom interpolacije, ili u određenim granicama ekstrapolacije, procijeniti i ostali parametri i strukture pletiva [19, 20].

3. Eksperimentalni rad

Svrha ovog rada je tehnološki testirati ravnopletaći dvoiglenični stroj koji se najviše koristi za izradu pletiva za osobne upotrebe. Planom potreba nabavljen je stroj finoće E5, radne duljine iglenice 90 cm, tab.1. Stroj ostvaruje pogon pomoću elektromotora. Plete s jednim pletaćim sistemom i 175 x 2 igala. Povlačenje pletiva se ostvaruje utezima, pri čemu se preporučuje optimalna sila povlačenja pletiva po jednoj igli od 5 do 15 cN. Proizvođač stroja preporučuje na ovom stroju upotrebu pređa finoće 50 do 300 tex, a daljnji odabir ovisi o željenom proizvodu. Za izradu glatkih desno-desnih pletiva za odjeću proizvođač preporuča

koristiti slabo uvijene i mekane vunenene končane pređe finoće 50 tex x 4, 50 tex x 5 ili mješavine vuna/PAN 50/50 %, finoće 44 tex x 2 x 2. Mogu se koristiti i pamučne končane pređe u različitim kombinacijama, npr. 44 tex x 4 ili 32 tex x 2 x 3. Pređama finoće 50 do 100 tex izrađuju se lagana i više porozna pletiva plošne mase 200 do 400 g/m^2 . Pređama finoće 100 do 200 tex izrađuju se pletiva optimalne strukture i svojstava čija se plošna masa nalazi u granicama 300 do 600 g/m^2 , a pređama finoće 200 do 300 tex se izrađuju vrlo gusta, odnosno zbijena, a time i pletiva veće plošne mase, od 400 do 1000 g/m^2 [5, 11, 21].

3.1. Planiranje eksperimenta

Na navedenom se stroju mogu izrađivati različita pletiva za različite namjene. U ovim istraživanjima namjena pletiva bila je osnovni polazni parametar za planiranje eksperimenta.

Pletiva su namijenjena za izradu nesvakidašnjih gornjih odjevnih predmeta za starije osobe te za izradu različitih odjevnih, posteljnih i stolnih prekrivača te podmetača.

Pletiva za izradu odjeće svrstana su prema strukturi u tri skupine. Za prekrivače (za zaogrtače osoba) su izrađena lagana i porozna pletiva, a za tunike, ogrtače, kape i šalove izrađena su punija, a time i manje rastezljiva pletiva. Masivnija i manje rastezljiva pletiva izrađena su za različite pokrivače i podmetače.

Slični se proizvodi izrađuju na ravnopletaćim industrijskim strojevima na kojima se zbog njihove visoke cijene rijetko provode ovakva opsežna testiranja. Promjene finoća, struktura i sirovinskih sastava pređa, dubina kuliranja i razmaka između iglenica provode se na industrijskim strojevima kroz njihovu normalnu i dugoročnu

Tab.1 Značajke ravnopletaćeg dvoigleničnog stroja za tzv. kućnu upotrebu

Finoća stroja, E	Radna duljina oglemica, L_i cm (inča)	Broj igala, N_i	Broj pletaćih sistema, S	Prosječna brzina gibanja kolica sa skretnicom, v, m/s
5	90 (35)	175 x 2	1	0,5

Tab.2 Značajke pređa za izradu uzoraka

Značajke pređe	Uzorci			
	1BI102	2NA151	3SM184	4SI194
Finoća pređe, tex	102±1	151±1	184±2	194±2
Uvjetna debljina pređe, mm	0,45±0,05	0,52±0,01	0,52±0,01	0,63±0,04
Uvojitost, br. uvoja/m	292±11	146±9	196±12	305±15
Prekidna sila, cN	667±27	1527±32	1216±27	1066±33
Prekidna istezljivost, %	16,7±0,5	6,0±0,7	36,6±1,3	30,6±1,5
Rad do prekida, cN·cm	3090±239	2347±313	12733±842	8697±726
Prekidna čvrstoća, cN/tex	6,5	10,1	6,6	5,5

upotrebu, a ne ciljano u kratkom vremenskom intervalu.

Za navedene namjene izabran je temeljni glatki kulirni desno-desni preplet pletiva, a iz optimalnog područja primjene, četiri bitno različite finoće i strukture pređa. Sa svakom pređom izrađivani su uzorci sa četiri dubine kuliranja i četiri razmaka između iglenica. Prema tome, ukupno su izrađena 64 uzorka pletiva kojima se prezentira široka paleta osnovnih uzoraka temeljne strukture. Na ovaj su način obuhvaćene mnoge strukture pletiva koje se izrađuju u preporučenom ili optimalnom području primjene stroja. Strukture i svojstva izrađenih pletiva mogu se također koristiti za izradu različitih konvencionalnih gornjih odjevnih predmeta. Međutim, značajniji rezultati ovog istraživanja, koji se odnose na parametre strukture pletiva trebaju poslužiti pri općem planiranju i projektiranju serijske izrade pletiva na industrijskim strojevima [14-16, 22].

4. Pređe za izradu uzoraka

Za izradu uzoraka pletiva upotrijebljene su četiri bitno različite pređe po finoći, strukturi, obliku, svojstvima i sirovinskom sastavu, tab.2.

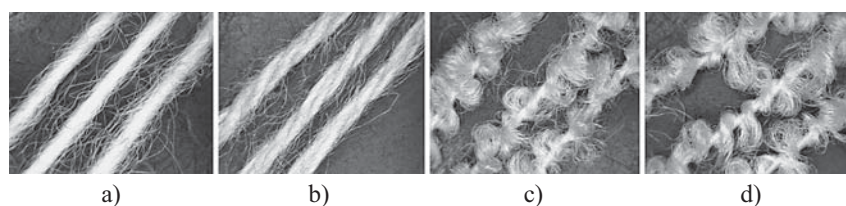
Prva je pređa bijela, jednostruka, najfinija, finoće 102±1 tex, od vlakana mješavine 80/20 % PAN/vuna, prekidne čvrstoće 6,5 cN/tex (uzorci oznake 1BI102), sl.5. Druga je pređa pamučna, narančasta, ukupne finoće 151±1 tex, dobivena končanjem triju jednostrukih pređa približne finoće 50 tex, prekidne čvrstoće 10,1 cN/tex i prekidne istezljivosti 6,0±0,7 %

(uzorci oznake 2NA151). Treća je smeđa bukle pređa izrađena od dviju PAN pređa, jedna finoće oko 168 dtex, a druga koja oblikuje bukle efekt finoće 500 dtex. Prekidna čvrstoća joj je 6,6 cN/tex, i prekidna istezljivost od 36,6±1,3 % što je najveća vrijednost kod ispitivanih pređa (uzorci oznake 3SM184). Četvrta je pređa siva, također bukle, slična trećoj pređi, malo grublja i nešto manje prekidne istezljivosti od 30,6±1,5 % (uzorci oznake 4SI194). Kod svih pređa određivan je tzv. uvjetni promjer pređe koji se nalazi u granicama od 0,45±0,05 do 0,63±0,04 mm.

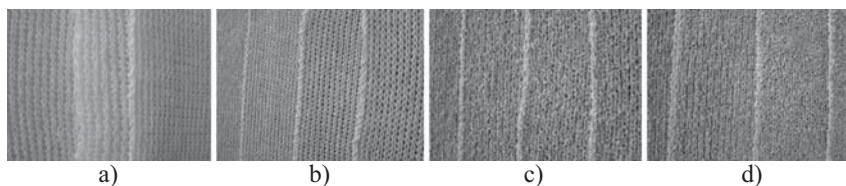
5. Izrada uzoraka pletiva

Na navedenom stroju izrađivani su jedan za drugim uzorak pletiva, sl.6. Prvi je uzorak pleten jednostrukom

bijelom pređom finoće 102 tex pri najmanjoj dubini kuliranja (h_k) s orijentacijskom oznakom 3 (približno 3 mm) i najmanjem razmaku između iglenica (R_i), koji je također iznosio 3 (približno 3 mm) (uzorak oznake 3;3). Nakon izrađenog prvog uzorka s ovom je pređom izrađivan drugi uzorak kod kojeg je orijentacijska dubina kuliranja iznosila 4, a orijentacijski razmak između iglenica je i dalje ostao 3 (uzorak oznake 4;3). Treći je uzorak izrađen pri dubini kuliranja 5, a četvrti pri dubini kuliranja 6 (približno 6 mm). Prema tome, prvo je s jednom pređom izrađena skupina uzoraka s različitim dubinama kuliranja pri konstantnom razmaku između iglenica. Potom je povećan orijentacijski razmak između iglenica na 4 (približno 4 mm) i ponovo izrađena četiri uzorka



Sl.5 Pređe za izradu uzoraka pletiva; a) jednostruka, mješavina PAN/vuna 80/20 %, 102 tex, oznake u uzorcima 1BI102, b) končana, pamučna 50 tex x 3, oznake u uzorcima 2NA151, c) PAN, efektna, bukle, finoće 184 tex, oznake u uzorcima 3SM184 i d) PAN, efektna, bukle, finoće 194 tex, oznake u uzorcima 4SI194



Sl.6 Uzorci izrađenih pletiva različitih gustoća; a) s jednostrukom bijelom pređom, mješavina PAN/vuna 80/20%, 102 tex, oznake u uzorcima 1BI102, b) končanom pamučnom pređom finoće 50 tex x 3, oznake u uzorcima 2NA151, c) PAN efektna, bukle pređa finoće 184 tex, oznake u uzorcima 3SM184 i d) PAN efektna, bukle pređa finoće 194 tex, oznake u uzorcima 4SI194

s četiri različite prethodno navedene dubine kuliranja. Nakon ovih uzoraka izrađeni su uzorci s orijentacijskim razmakom između iglenica 5 i 6. Prva znamenka u označavanju poduzoraka označava dubinu kuliranja, a druga znamenka razmak između iglenica, tj. $h_k; R_i = 4;6$, pri čemu je kod ovog uzorka dubina kuliranja približno 4 mm i razmak između iglenica približno 6 mm. Kad je izrađeno svih 16 uzoraka s jednom pređom, dalje su izrađivani uzorci s drugom i ostalim pređama. Oznaka uzorka 2NA151 - 6;4 znači da je uzorak izrađen s pređom finoće 151 tex pri orijentacijskoj dubini kuliranja 6 i razmakom između iglenica 4. Kod izrade svih uzoraka prosječna vlačna sila pletiva iznosila je 11 cN/igli.

6. Rezultati analize parametara strukture pletiva

Ispleteni uzorci su ostavljeni na ravnoj podlozi da se relaksiraju 72 sata.

Nakon relaksacije, a prema propisu iz norme, mjerene su vrijednosti osnovnih parametara strukture pletiva. Prvo su mjereni parametri pri kojima nije trebalo uništavati pletivo, a potom se pređa parala iz pletiva i određivao utrošak niti u očici. Plošna masa pletiva (m) je određivana na osnovi ukupne mase ispletenog uzorka i njegove površine [23]. Pletiva su izrađivana na stroju finoće E5 s relativno grubim pređama pri čemu su dobivene veće očice koje su brojane na 2 cm [24]. Debljina pletiva (D_p) je mjerena s dvije sile pritiska [25]. Pri manjoj sili pritiska dobiva se debljina pletiva koja pletačima koristi kod izučavanja geometrijskog oblika očice, a veća sila pritiska je vezana za plošnu masu i standardne uvjete mjerenja. Utrošak niti za oblikovanje očice (ℓ) je dobiven na osnovi paranja niti koja u pletivu oblikuje 200 očica. Oparano je po 10 redova i na osnovi 2000 oparanih očica određen prosječni utrošak niti u očici [26]. Svi su pojedinačni rezul-

tati mjerenja obrađeni programom microsoft excel [27]. Pogreška se računala s razinom pouzdanosti 95 %, ($p=0,05$) [28, 29].

6.1. Gustoća očica u uzorcima pletiva

Pletiva su relativno gruba i masivna zbog čega je za određivanje gustoće prikladno brojati očice u redu i nizu na dužini od 2 cm, tab.3. Gustoća pletiva u smjeru reda, odnosno zbijenost očica u redu (D_h) je uvijek manja od zbijenosti očica u nizu (D_v). U glatkom prepletu su izrađivani uzorci pletiva koji imaju veoma ujednačenu strukturu, što pokazuju i mala odstupanja od prosječnih vrijednosti. Na osnovi deset mjerenja dobivena je prosječna vrijednost koja rijetko kada odstupa više od 0,8 očice. Kod razine pouzdanosti od 95 % ($p=0,05$) i deset mjerenja ponekad i nema odstupanja od srednje vrijednosti. U gotovo 40 % slučajeva odstupanje je $\pm 0,1$ očica, kod oko četvrtine mjerenja odstupanje je $\pm 0,2$

Tab.3 Gustoće očica u izrađenim uzorcima pletiva

$h_k; R_i \rightarrow$	3;3		4;3		5;3		6;3	
Uzorak ↓	$D_h, /2cm$	$D_v, /2cm$	$D_h, /2cm$	$D_v, /2cm$	$D_h, /2cm$	$D_v, /2cm$	$D_h, /2cm$	$D_v, /2cm$
1BI102	6,9±0,2	9,5±0,3	6,3±0,1	8,6±0,3	5,6±0,2	7,6±0,3	5,3±0,2	6,8±0,2
2NA151	7,4±0,1	8,8±0,4	6,7±0,1	8,0±0,4	6,1±0,2	7,4±0,3	5,6±0,1	6,7±0,3
3SM184	5,0±0,1	11,1±0,3	4,8±0,1	9,7±0,3	4,5±0,1	8,4±0,4	4,7±0,1	6,9±0,3
4SI194	4,8±0,1	9,8±0,3	4,8±0,1	8,6±0,3	4,8±0,1	7,4±0,4	4,5±0,1	6,7±0,3
$h_k; R_i \rightarrow$	3;4		4;4		5;4		6;4	
1BI102	6,3±0,1	9,1±0,3	5,9±0,1	8,1±0,2	5,3±0,1	7,3±0,2	5,0±0,2	6,6±0,3
2NA151	7,4±0,2	8,5±0,4	6,7±0,2	7,8±0,2	6,1±0,2	7,2±0,3	5,3±0,2	6,5±0,3
3SM184	4,7±0,1	10,9±0,4	4,5±0,1	9,4±0,3	4,7±0,1	8,1±0,2	4,7±0,0	6,5±0,2
4SI194	4,5±0,1	9,6±0,4	4,5±0,1	8,4±0,3	4,5±0,1	7,2±0,2	4,5±0,1	6,5±0,3
$h_k; R_i \rightarrow$	3;5		4;5		5;5		6;5	
1BI102	5,9±0,2	8,6±0,1	5,6±0,2	7,8±0,3	5,3±0,1	7,1±0,2	4,5±0,1	6,5±0,3
2NA151	6,9±0,1	8,3±0,3	6,3±0,2	7,6±0,2	5,6±0,1	7,0±0,1	4,8±0,1	6,3±0,0
3SM184	4,7±0,1	10,3±0,3	4,7±0,1	8,9±0,3	4,5±0,0	7,5±0,3	4,7±0,0	6,2±0,3
4SI194	4,5±0,1	9,3±0,2	4,5±0,2	7,9±0,3	4,5±0,0	6,9±0,1	4,5±0,0	6,3±0,0
$h_k; R_i \rightarrow$	3;6		4;6		5;6		6;6	
1BI102	5,7±0,3	8,1±0,1	5,4±0,1	7,5±0,3	5,0±0,2	6,9±0,2	4,5±0,1	6,4±0,3
2NA151	6,3±0,2	8,0±0,2	5,9±0,2	7,3±0,3	5,6±0,1	6,7±0,1	4,8±0,1	6,0±0,1
3SM184	4,8±0,1	9,6±0,4	4,7±0,0	8,3±0,3	4,5±0,0	7,3±0,3	4,4±0,0	6,0±0,1
4SI194	4,5±0,1	8,8±0,3	4,5±0,2	7,6±0,3	4,5±0,1	6,6±0,1	4,4±0,1	6,0±0,0

h_k - dubina kuliranja, R_i - razmak između iglenica: $h_k; R_i \rightarrow$ npr. 3;6

očice i kod preostale četvrtine mjerenja, odstupanje je $\pm 0,3$ ili $\pm 0,4$ očice. Rezultati mjerenja prikazani su u tablici po tripartitnom načelu, tj. da je jedan podatak vezan za jednu pređu (uzorak), dubinu kuliranja (h_k) i razmak između iglenica (R_i). Tako npr. prvi podatak u tab. za zbijenost očica u redu iznosi $6,9 \pm 0,2$ oč./2 cm, a dobiven je kad je pleteno s pređom finoće 102 tex pri dubini kuliranja 3 i razmaku između iglenica također 3. Najveća dubina kuliranja je iznosila 6. Zbijenost očica u nizu pletiva dobivena s prethodno navedenom finoćom pređe i dubinom kuliranja 6 te razmakom između iglenica 3, iznosi $6,8 \pm 0,2$ oč./2 cm i nalazi se na kraju prvog retka kod odnosa dubine kuliranja i razmaka između iglenica 6;3.

6.2. Debljina uzoraka pletiva

Izrađeni uzorci pletiva imaju vrlo različite strukture, koje se najbolje očituju u plošnim masama koje se nalaze u granicama 194 do 523 g/m²

i zapreminskim masama koje se nalaze u granicama od 0,063 do 0,178 g/cm³. Pri mjerenju, debljina pletiva ovisi o sili pritiska potiskivača na pletivo i površini nalijeganja. Površina nalijeganja ovisi o strukturi pletiva. Uzimajući u obzir prethodne postavke, površina nalijeganja je iznosila 9 cm², a mjerenja su obavljena pri dva opterećenja. Prvo opterećenje je iznosilo 2 cN ili 0,22 cN/cm², a drugo 10 cN ili 1,11 cN/cm². Na osnovi pet mjerenja određena je prosječna debljina pletiva koja se nalazi u granicama $2,26 \pm 0,10$ mm do $4,45 \pm 0,05$ mm, tab.4. Najtanji uzorci pletiva dobiveni su pletenjem pamučnom končanom pređom nazivne finoće 50 tex x 3 dok su najdeblji uzorci dobiveni pletenjem s najgrubljom bukle pređom finoće 194 tex. Pri većem pritisku na istoj površini dobije se do 12 % tanje pletivo. Praktična granica pogreške kod $p=0,05$ u većini slučajeva iznosi do $\pm 0,10$ mm, kod trećine mjerenja između $\pm 0,10$ i

$\pm 0,20$ mm, a kod svega nekoliko mjerenja iznad $\pm 0,20$ mm.

6.3. Utrošak niti u očici

Promjene dubine kuliranja (h_k) i razmaka između iglenica (R_i) u prvom se redu očituju u utrošku niti za oblikovanje očice. Uzorci su izrađivani na stroju finoće E5 i pleteni s pređama nazivne finoće 102 do 194 tex. Za ove finoće pređa utrošak niti u očici se nalazio u granicama $9,04 \pm 0,12$ mm do $14,35 \pm 0,09$ mm, tab.5. Pri pletenju s najfinijom pređom, tj. pređom finoće 102 tex i najmanjom dubinom kuliranja koja je iznosila 3, dobiven je utrošak niti u očici $9,44 \pm 0,03$ mm, a kod najveće dubine kuliranja koja je iznosila 6, za oblikovanje očice je utrošeno $12,68 \pm 0,05$ mm pređe ili oko 35 % više. Međutim, kad se povećava razmak između iglenica od 3 do 6, tada se utrošak niti u očici povećava od $9,44 \pm 0,03$ mm do $10,88 \pm 0,03$ mm ili oko 15 %, tj. upola manje. Prva je pređa jednostruka finoće 102 tex

Tab.4 Debljine pletiva, mm

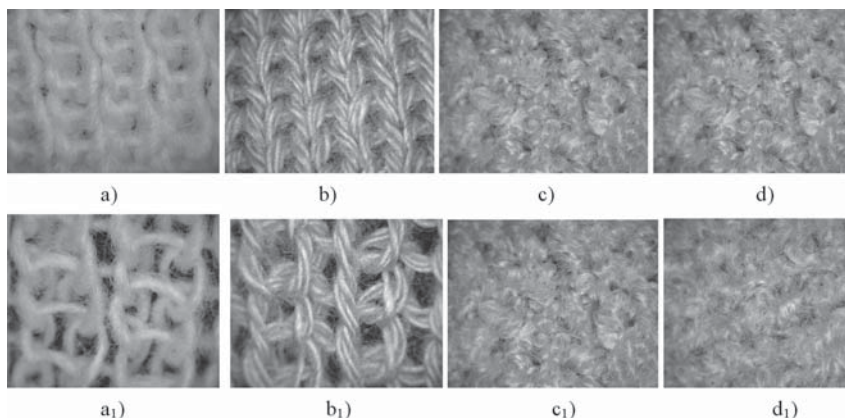
$h_k ; R_i \rightarrow$	3;3		4;3		5;3		6;3	
Uzorak ↓	0,2 cN/cm ²	1,1 cN/cm ²	0,2 cN/cm ²	1,1 cN/cm ²	0,2 cN/cm ²	1,1 cN/cm ²	0,2 cN/cm ²	1,1 cN/cm ²
1BI102	$3,16 \pm 0,02$	$2,90 \pm 0,12$	$3,14 \pm 0,07$	$2,89 \pm 0,02$	$3,34 \pm 0,08$	$3,04 \pm 0,04$	$3,27 \pm 0,09$	$2,91 \pm 0,22$
2NA151	$2,85 \pm 0,04$	$2,84 \pm 0,04$	$2,98 \pm 0,05$	$2,84 \pm 0,05$	$2,97 \pm 0,08$	$2,73 \pm 0,08$	$2,73 \pm 0,08$	$2,45 \pm 0,11$
3SM184	$3,77 \pm 0,09$	$3,51 \pm 0,09$	$3,83 \pm 0,08$	$3,57 \pm 0,03$	$3,80 \pm 0,09$	$3,46 \pm 0,19$	$4,13 \pm 0,01$	$3,75 \pm 0,01$
4SI194	$3,91 \pm 0,04$	$3,64 \pm 0,05$	$4,19 \pm 0,09$	$3,84 \pm 0,08$	$4,25 \pm 0,15$	$3,77 \pm 0,15$	$4,16 \pm 0,15$	$3,75 \pm 0,05$
$h_k ; R_i \rightarrow$	3;4		4;4		5;4		6;4	
1BI102	$3,05 \pm 0,16$	$2,90 \pm 0,05$	$3,26 \pm 0,07$	$3,01 \pm 0,07$	$3,36 \pm 0,05$	$2,96 \pm 0,05$	$2,98 \pm 0,10$	$2,84 \pm 0,09$
2NA151	$2,98 \pm 0,05$	$2,84 \pm 0,03$	$2,99 \pm 0,08$	$2,84 \pm 0,02$	$2,96 \pm 0,08$	$2,73 \pm 0,02$	$2,78 \pm 0,04$	$2,52 \pm 0,08$
3SM184	$3,85 \pm 0,04$	$3,48 \pm 0,06$	$3,86 \pm 0,01$	$3,59 \pm 0,04$	$4,03 \pm 0,08$	$3,70 \pm 0,06$	$4,17 \pm 0,07$	$3,74 \pm 0,06$
4SI194	$3,84 \pm 0,10$	$3,59 \pm 0,03$	$3,92 \pm 0,01$	$3,62 \pm 0,01$	$3,96 \pm 0,09$	$3,67 \pm 0,04$	$4,16 \pm 0,15$	$3,75 \pm 0,05$
$h_k ; R_i \rightarrow$	3;5		4;5		5;5		6;5	
1BI102	$3,27 \pm 0,12$	$2,97 \pm 0,08$	$3,13 \pm 0,09$	$2,83 \pm 0,05$	$3,13 \pm 0,22$	$2,84 \pm 0,13$	$3,06 \pm 0,20$	$2,67 \pm 0,15$
2NA151	$3,03 \pm 0,02$	$2,82 \pm 0,02$	$2,94 \pm 0,06$	$2,68 \pm 0,04$	$2,89 \pm 0,06$	$2,54 \pm 0,09$	$2,77 \pm 0,01$	$2,42 \pm 0,07$
3SM184	$3,75 \pm 0,03$	$3,48 \pm 0,06$	$3,83 \pm 0,07$	$3,49 \pm 0,09$	$3,94 \pm 0,03$	$3,67 \pm 0,04$	$3,91 \pm 0,08$	$3,70 \pm 0,07$
4SI194	$3,85 \pm 0,06$	$3,59 \pm 0,05$	$3,57 \pm 0,01$	$3,88 \pm 0,04$	$3,98 \pm 0,12$	$3,98 \pm 0,05$	$4,45 \pm 0,05$	$4,11 \pm 0,02$
$h_k ; R_i \rightarrow$	3;6		4;6		5;6		6;6	
1BI102	$3,19 \pm 0,03$	$2,87 \pm 0,02$	$3,16 \pm 0,09$	$2,84 \pm 0,05$	$3,05 \pm 0,14$	$2,83 \pm 0,06$	$3,10 \pm 0,09$	$2,73 \pm 0,01$
2NA151	$2,88 \pm 0,15$	$2,63 \pm 0,06$	$2,93 \pm 0,05$	$2,66 \pm 0,02$	$2,84 \pm 0,10$	$2,59 \pm 0,04$	$2,61 \pm 0,09$	$2,26 \pm 0,10$
3SM184	$3,85 \pm 0,10$	$3,62 \pm 0,05$	$3,88 \pm 0,01$	$3,61 \pm 0,09$	$4,04 \pm 0,06$	$3,69 \pm 0,08$	$4,12 \pm 0,10$	$3,69 \pm 0,11$
4SI194	$3,81 \pm 0,10$	$3,55 \pm 0,09$	$3,81 \pm 0,05$	$3,57 \pm 0,03$	$4,03 \pm 0,09$	$3,71 \pm 0,09$	$4,19 \pm 0,06$	$3,77 \pm 0,06$

h_k - dubina kuliranja, R_i - razmak između iglenica

prekidne istezljivosti 16,7 %, a druga pređa končana nazivne finoće 50 tex x 3 prekidne istezljivosti 6,0 %. Prilikom paranja deset redova i 200 očica te mjerenja utroška niti u očici, nit se nije previše istezala pa je dobivena malena praktična granica pogreške u rasponu od $\pm 0,03$ do $\pm 0,09$ mm. Međutim, kod uzoraka izrađenih s trećom i četvrtom bukule pređom kod kojih je prekidna istezljivost veća od 30 %, praktična granica pogreške iznosila je od $\pm 0,11$ do $\pm 0,49$ mm.

6.4. Plošna masa

Sve prethodno navedene promjene koje se obavljaju na stroju očituju se u plošnoj masi koja je određivana eksperimentalno (m_p) i računski (m_r), tab.6. Na izrađenim uzorcima određivana je plošna masa nakon 72 sata relaksacije. Mjerena je duljina i širina uzorka iz kojih se izračunala površina, a potom vagala masa uzorka. Iz odnosa mase i površine uzorka izračunala se plošna masa pletiva ili masa četvornog metra pletiva (m_p). Korištenjem osnovne jednadžbe, također je računski određena plošna masa (m_r). S navedenim pređama i uvjetima pletenja dobivena je plošna masa 194 do 523 g/m². Najlaganije pletivo je dobiveno pri pletenju s najfinijom pređom, tj. pređom finoće 102 tex. U ovom slučaju plošna masa je iznosila 194 do 299 g/m². Zanimljivo, najmasivnija pletiva su dobivena pletenjem pamučnom končanom pređom nazivne finoće 50 tex x 3. Masa se nalazi u granicama 300 do 523 g/m². S bukule pređama nazivne finoće 184 tex i 194 tex izrađeno je veoma zbijeno i popunjeno pletivo na čijoj se površini gotovo i ne uočavaju očice, sl.7. Plošna masa im je od 346 do 458 g/m² a skupljanje u smjeru redova očica svega 10 do 15 %. Ukupno su izrađena 64 uzorka pletiva. Kod većine uzoraka razlika između eksperimentalnih i računskih rezultata iznosi do ± 5 %, a samo kod šest uzoraka više, i to -6,7 do 6,5 %. Na osnovi plošne mase (m) i debljine pletiva (D_p) izračunata je zapreminska masa pletiva (m_z) koja se u ovim



Sl.7 Temeljne strukture izrađenih uzoraka pletiva različitih gustoća; a) 1BI102 – 3;3, a₁) 1BI102 – 6;6, b) 2NA151 – 4;4, b₁) 2NA151 – 4;6, c) 3SM184 – 3;4, c₁) 3SM184 – 5;6, d) 4SI194 – 5;3, d₁) 4SI194 – 6;6

istraživanjima nalazi u granicama 0,063 do 0,178 g/cm³, tab.7. Najmanja je kod uzoraka izrađenih s pređama finoće 102 tex i nalazi se u granicama 0,063 do 0,095 g/cm³, dok je najveća kod uzoraka izrađenih s pamučnim končanom pređama nazivne finoće 50 tex x 3 i nalazi se u granicama 0,115 do 0,178 g/cm³. U osnovi, što je veća dubina kuliranja (h_k) i veći razmak između iglenica (R_i) to je manja za-

preminska masa pletiva (m_z). Na osnovi zapreminske mase pletiva (m_z) i gustoće vlakana od kojih je izrađena pređa izračuna se poroznost pletiva. Ona je različita za pojedine uzorke. Najveća je kod uzoraka izrađenih najfinijim pređama i prosječno iznosi 93,7 \pm 0,2 %, a najmanja je kod uzoraka izrađenih s pamučnim končanom pređama nazivne finoće 50 tex x 3 i iznosi 90,7 \pm 0,4 %. Poroznost pletiva

Tab.5 Utrošak niti u očici, mm

Uzorak	3;3	4;3	5;3	6;3
1BI102	9,44 \pm 0,03	10,37 \pm 0,03	11,35 \pm 0,07	12,68 \pm 0,05
2NA151	9,88 \pm 0,05	11,11 \pm 0,01	11,93 \pm 0,05	13,08 \pm 0,03
3SM184	9,04 \pm 0,12	9,74 \pm 0,13	10,83 \pm 0,17	11,86 \pm 0,26
4SI194	9,48 \pm 0,14	10,41 \pm 0,16	11,34 \pm 0,21	12,50 \pm 0,22
$h_k ; R_i \rightarrow$	3;4	4;4	5;4	6;4
1BI102	10,05 \pm 0,03	10,91 \pm 0,04	12,05 \pm 0,03	13,03 \pm 0,03
2NA151	10,28 \pm 0,06	11,35 \pm 0,03	12,25 \pm 0,07	13,39 \pm 0,05
3SM184	9,46 \pm 0,12	10,67 \pm 0,15	11,30 \pm 0,13	12,83 \pm 0,18
4SI194	9,82 \pm 0,12	10,67 \pm 0,23	11,89 \pm 0,21	12,93 \pm 0,45
$h_k ; R_i \rightarrow$	3;5	4;5	5;5	6;5
1BI102	10,53 \pm 0,03	11,41 \pm 0,04	12,34 \pm 0,03	13,67 \pm 0,02
2NA151	10,87 \pm 0,03	11,63 \pm 0,05	12,65 \pm 0,07	13,99 \pm 0,03
3SM184	10,33 \pm 0,16	11,20 \pm 0,29	12,07 \pm 0,19	13,14 \pm 0,26
4SI194	10,31 \pm 0,13	11,18 \pm 0,18	12,14 \pm 0,11	13,29 \pm 0,34
$h_k ; R_i \rightarrow$	3;6	4;6	5;6	6;6
1BI102	10,88 \pm 0,03	11,75 \pm 0,04	12,65 \pm 0,03	13,92 \pm 0,06
2NA151	11,26 \pm 0,09	12,29 \pm 0,06	13,11 \pm 0,06	14,35 \pm 0,09
3SM184	10,79 \pm 0,19	11,48 \pm 0,18	12,37 \pm 0,28	13,72 \pm 0,29
4SI194	10,79 \pm 0,49	11,51 \pm 0,16	12,57 \pm 0,17	13,47 \pm 0,21

h_k - dubina kuliranja, R_i - razmak između iglenica

izrađenih od bukle prađa ne razlikuje se bitno i prosječno iznosi $91,5 \pm 0,5$ % i $91,9 \pm 0,4$ %.

7. Rasprava rezultata

Svrha ovog rada je bila dobiti različite strukture glatkih pletiva na ravnopletaćem dvoigleničnom stroju za osobnu upotrebu i odrediti njihova strukturna svojstva. Pletenjem s najfinijom pređom, tj. pređom finoće 102 tex, dobiveno je 16 najlaganijih različitih uzoraka pletiva. S pamučnom končanom pređom nazivne finoće 50 tex x 3 dobiveno je također 16, uzoraka najveće plošne mase. S efektnim bukle pređama finoće 184 i 194 tex dobivena su veoma zbijena pletiva. Najlaganija i najporoznija pletiva izrađena s pređama finoće 102 tex koriste se za izradu laganih prekrivača duljine oko 200 cm širine 50 do 100 cm. Ovakva pletiva često koriste starije osobe slabije pokretljivosti. S užim i laganim pletivima prekrivaju ramena i leđa, a sa širim i težim pletivima noge.

Pamučna končana pređa nazivne finoće 50 tex x 3, oznake u uzorcima 2NA151, izabrana je za izradu jednostavnih pletenih gornjih odjevnih predmeta kao što je pončo prikladan za nošenje u otvorenom prostoru u proljetnim i jesenskim danima. Efektivnim bukle pređama izrađena su veoma zbijena pletiva postojanih dimenzija male rastezljivosti, namijenjena za izradu zimske jednostavne odjeće te različitih krevetnih i stolnih prekrivača. Sve izrađene strukture pletiva mogu se upotrijebiti za izradu različitih konvencionalnih pletenih gornjih odjevnih predmeta. Često njihova primjena ovisi o svojstvima uzdužne i poprečne rastezljivosti koja je, između ostalog, uvjetovana skupljanjem pletiva nakon skidanja sa stroja i relaksacije.

7.1. Rasprava o skupljanju pletiva

Desno-desna kulirna pletiva su oko četiri puta rastezljivija u smjeru redova nego nizova očica, odnosno

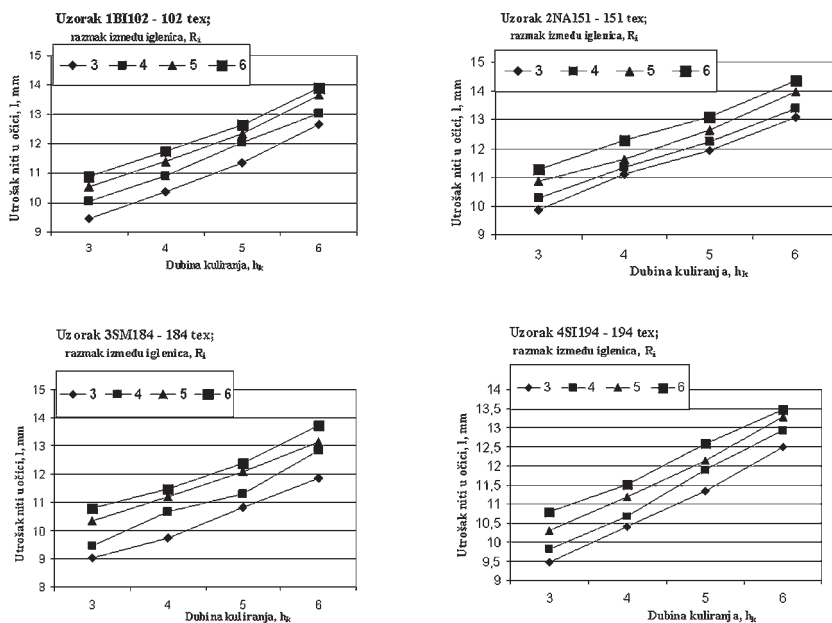
poprečno nego uzdužno. Zbog toga se kod izrade pletene odjeće niz očica uvijek usmjerava uzduž tijela ili odjevnog predmeta. Međutim, ima puno dijelova odjeće gdje se niz pletiva postavlja koso u odnosu na tijelo ili odjevni predmet. U ovakvom se slučaju treba koristiti kompaktnije pletivo koje ima manju poprečnu rastezljivost.

Uzorci izrađeni od pređe finoće 102 tex imaju skupljanje 13 do 43 % u poprečnom smjeru. Uzorci izrađivani s najmanjom dubinom kuliranja i razmakom između iglenica imaju najveće skupljanje pletiva u poprečnom smjeru, oko 43 %, odnosno sa stroja radne duljine iglenice 90 cm dobije se pletivo širine oko 50 cm. Spajanjem ovakva dva komada duljine oko 200 cm dobiva se predmet koji služi za prekrivanje npr. starijih osoba dok borave u prirodi. Kad se plete s najvećom dubinom kuliranja i razmakom između iglenica skupljanje je znatno manje i iznosi oko 13 %, skidanjem sa stroja pletivo se skupi na širinu od oko 80 cm. Takvo pletivo se u jednom komadu može upotrijebiti kao navedeni prekrivač koji je znatno rastezljiviji. Pamučna pletiva izrađena od končanah pređa finoće 50 tex x 3 imaju slična svojstva skupljanja nakon skidanja sa stroja. Zbog svoje strukture i sirovin-skog sastava koriste se za izradu jednostavnijih proljetnih i jesenskih gornjih odjevnih predmeta. Od grubljih efektih pređa, tj. pređa finoće 184 i 194 tex izrađena su veoma zbijena pletiva koja se znatno manje skupljaju u poprečnom smjeru. Kod većine ovih uzoraka pletiva skupljanje iznosi 11 do 15 %, a samo kod nekoliko uzoraka skupljanje je od 15 do 21 %. Prema tome pletiva izrađena na stroju radne širine 90 cm nakon skidanja sa stroja imaju širinu od 75 do 80 cm. Takve širine pružaju druge mogućnosti njihove primjene. Općenito, analizom širina izrađenih uzoraka pletiva može se konstatirati da se pletenjem s manjim dubinama kuliranja i manjim razmakom između

iglenica povećava skupljanje pletiva po širini.

7.2. Rasprava o utrošku niti u očici

Utrošak niti za oblikovanje očice za tehnologe pletače je osnovni parametar kroz koji se razmatraju svi ostali parametri strukture, a time i rastezljivih svojstava različitih pletiva. Opće je poznato da se s povećanjem dubine kuliranja povećava utrošak niti u očici i visina očice ili reda očica. Također se s povećanjem razmaka između iglenica povećava utrošak niti u očici i debljina pletiva. Međutim, u veoma se malo objavljenih radova, a na osnovi provedenih istraživanja, navodi matematička ovisnost navedenih utjecajnih parametara. U ovim je istraživanjima bilo prikladno i poželjno, a iznad svega korisno, postaviti matematičku ovisnost između finoće pređe (T), dubine kuliranja (h_k), razmaka između iglenica (R_i) i utroška niti u očici (ℓ). Prije analize utroška pređe u očici potrebno je navesti da su pletiva izrađena na stroju finoće E5 kod kojeg razdjel iznosi 5,08 mm, debljina grebena 1,12 mm i debljina kuki-ce igle, kojom se povlači pređa, 0,82 mm pri čemu je prosječna uvjetna debljina pređe iznosila 0,45 do 0,63 mm, a sila povlačenja poluočice oko 11 cN/igli. Sa svim navedenim pređama i parametrima regulacije stroja izrađivana su grublja pletiva koja imaju utrošak niti u očici $9,04 \pm 0,12$ do $14,35 \pm 0,09$ mm, tab.5. Na temelju statistički obrađenih pojedinačnih mjerenja, a radi preglednosti zakonitosti promjene, prikazani su dijagrami ovisnosti utroška niti u očici o dubini kuliranja i razmaku između iglenica za pojedine pređe, sl.8. Također su izvedene matematičke ovisnosti između utjecajnih parametara, tab.8. U ovakvim praktičkim slučajevima, mnoge su zakonitosti linearne ili se praktički mogu tretirati kao linearne, a odstupanja su među pojedinim mjerenjima do ± 5 %. Pri likom izvođenja iz pojedinačnih mjerenja eksperimentalnih linearnih



Sl.8 Prikaz utjecaja dubine kuliranja (h_k , mm) i razmaka iglenica (R_i) na utrošak niti u očici (ℓ) kod uzoraka pletiva od pređa različitih finoća (T_1)

jednadžbi s tri nepoznanice, uočen je sklad između pojedinih parametara koji je rezultirao velikim koeficijentom korelacije koji iznosi 0,99. Kad se koriste eksperimentalne izvedene linearne jednadžbe s tri nepoznanice i kad se u njih uvrste rezultati iz navedenih graničnih područja, tada je uočljiva veoma mala razlika između računskih i eksperimentalnih rezultata, tab.9. U osnovi se jednadžbe mogu koristiti u područjima:

$$100 \leq T_1 \leq 200,$$

$$3 \leq h_k \leq 6 \text{ i}$$

$$3 \leq R_i \leq 6.$$

Rezultati navedeni u tab.9 pokazuju da je kod većine uzoraka odstupanje do $\pm 1,5\%$, a kod veoma malog dijela u rasponu $-2,3$ do $2,7\%$. Ovako mala odstupanja upućuju na zaključak da su uzorci veoma pomno planirani, izrađivani i analizirani pa su i zbog toga razlike između računskih i eksperimentalnih podataka vrlo malene.

Kad se analiza mjerenih podataka podigne na višu razinu složenosti i analizira ovisnost utroška niti u očici (ℓ) o sva tri mjerena promjenjiva parametra, tj. kad je utrošak niti u očici ovisan o finoći pređe (T_1), dubini kuliranja (h_k) i razmaku između iglenica (R_i) tada se smanjuje koeficijent

korelacije na 0,97 i računski se podaci nadalje značajno ne razlikuju od praktičkih te se pretežno nalaze u granicama do $\pm 5\%$ i u svega nekoliko slučajeva $-6,4$ do $5,6\%$. Kod ovih analiza i izvođenja jednadžbi važno je napomenuti da se eksperimentalne jednadžbe koriste tako da se ne uvrstavaju mjerne jedinice već samo iznosi iz navedenih graničnih područja.

7.3. Rasprava o plošnoj masi

Pri projektiranju i izradi pletiva na plošnu masu utječe niz parametara vezanih za pređu, stroj, preplet i radne uvjete. Općenito se od grublje pređe izrađuje pletivo veće plošne mase. Međutim, u ovim istraživanjima uočeno je da se s porastom duljinske mase pređe nije povećala plošna masa pletiva, u prvom redu zbog različitog sastava pređa. Pamučna končana pređa nazivne finoće 50 tex x 3 znatno je drugačije strukture od poliakrilonitrilne efektne bukne pređe nazivne finoće 184 ili 194 tex. Pamučno vlakno ima gustoću oko $1,54 \text{ g/cm}^3$, a poliakrilonitrilno oko $1,2 \text{ g/cm}^3$. U ovom je slučaju pamučna pređa izrađena od tri veoma jednolične jednostruke pređe finoće 50

tex koje su blago končane jer se koriste za izradu pletiva. Ovakva končana pređa je jednolike strukture i uvjetnog promjera koji iznosi $0,52 \pm 0,01 \text{ mm}$. Kod manjih dubina kuliranja i razmaka između iglenica, od pamučnih su pređa izrađivane veoma zbijene strukture kod kojih je skupljanje pletiva u poprečnom smjeru (po širini) iznosilo i do 43% . Ovako veliko skupljanje uzrokovano je strukturom pređe i njenim mehaničkim svojstvima, u prvom redu svojstvom krutosti. Poliakrilonitrilne efektne pređe nisu niti približno okruglog presjeka (sl.5) i veće su nejednolikosti po duljini. Prosječni uvjetni promjer također iznosi $0,52 \pm 0,01 \text{ mm}$ i $0,63 \pm 0,04 \text{ mm}$. Međutim, bukne efekti zauzimaju širinu do 3, a ponekad i do 4 mm, što bitno utječe na oblikovanje, odnosno strukturu pletiva. Ovakva površinska struktura pređe utječe na smanjenje skupljanja pletiva u poprečnom smjeru, na svega 11 do 15% . S većim skupljanjem pletiva dobivena je manja poroznost ili šupljikavost pletiva, koja je najmanja upravo kod uzoraka izrađenih od pamučnih pređa i prosječno iznosi $90,7 \pm 0,4\%$, a kod pletiva od efektnih pređa do $91,9 \pm 0,4\%$. Upotrebom efektnih pređa dobivene su stabilne strukture pletiva postojanih dimenzija. Pletiva se ne skupljaju značajno i nakon više ciklusa pranja jer to ne dozvoljava, u prvom redu, površinska struktura pređa. Prema tome, struktura pređe bitno utječe na skupljanje pletiva u poprečnom smjeru, a ono direktno na plošnu masu. Zbog toga su (osim razlike u samom sastavu) pletiva izrađena od pamučnih pređa finoće 151 tex, (50 tex x 3) većih plošnih masa od pletiva izrađenih poliakrilonitrilnih efektnih pređa finoće 184 ili 194 tex. Ovo je značajna spoznaja koja ukazuje na bitan utjecaj strukture pređe na strukturu pletiva. Analiza eksperimentalnih rezultata plošnih masa pletiva ukazuje na ujednačene linearne zakonitosti promjene kod pojedinih finoća pređa, sl.9 što ukazuje na veoma pažljivo

Tab.6 Plošna masa izrađenih pletiva

Uzorci →	1BI102			2NA151			3SM184			4SI194		
$h_k; R_i$ ↓	m_e , g/m ²	m_r , g/m ²	Δm , %	m_e , g/m ²	m_r , g/m ²	Δm , %	m_e , g/m ²	m_r , g/m ²	Δm , %	m_e , g/m ²	m_r , g/m ²	Δm , %
3;3	299	315	-5,4	508	486	4,3	458	462	-0,9	432	429	0,7
4;3	278	284	-2,2	464	447	3,7	426	414	2,8	408	414	-1,5
5;3	247	244	1,2	413	404	2,2	397	380	4,3	390	388	0,5
6;3	228	231	-1,3	370	368	0,5	360	350	2,8	373	369	1,1
3;4	283	292	-3,2	523	489	6,5	446	441	1,1	423	416	1,7
4;4	265	265	0,0	463	446	3,7	420	419	0,2	404	395	2,2
5;4	237	236	0,4	413	404	2,2	384	392	-2,1	381	377	1,0
6;4	220	219	0,5	366	346	5,5	357	357	0,0	366	371	-1,4
3;5	256	272	-6,3	479	470	1,9	438	455	-3,9	413	423	-2,4
4;5	247	252	-2,0	435	417	4,1	409	427	-4,4	396	389	1,8
5;5	227	235	-3,5	374	380	-1,6	381	379	0,5	375	369	1,6
6;5	205	206	-0,5	327	317	3,1	351	349	0,6	359	369	-2,8
3;6	246	257	-4,5	426	425	0,2	432	454	-5,1	404	419	-3,7
4;6	234	243	-3,8	376	398	-5,9	401	408	-1,7	384	386	-0,5
5;6	214	223	-4,2	370	368	0,5	378	388	-2,6	368	366	0,5
6;6	194	207	-6,7	300	310	-3,3	346	337	2,6	352	348	1,1

m_e - plošna masa pletiva određena eksperimentalno, vaganjem, g/m²; m_r - plošna masa pletiva određena računski, g/m²; Δm - razlika između plošne mase određene vaganjem i računski, %; h_k - dubina kuliranja, R_i - razmak između iglenica

Tab.7 Osnovni parametri popunjenosti pletiva

Uzorci →	1BI102			2NA151			3SM184			4SI194		
$h_k; R_i$ ↓	m_e , g/m ²	m_z , g/cm ³	P_p , %	m_e , g/m ²	m_z , g/cm ³	P_p , %	m_e , g/m ²	m_z , g/cm ³	P_p , %	m_e , g/m ²	m_z , g/cm ³	P_p , %
3;3	299	0,095	92,2	508	0,178	88,4	458	0,121	89,9	432	0,110	90,8
4;3	278	0,089	92,7	464	0,156	89,9	426	0,111	90,7	408	0,097	91,9
5;3	247	0,074	93,9	413	0,139	91,0	397	0,104	91,3	390	0,092	92,3
6;3	228	0,070	94,3	370	0,136	91,2	360	0,087	92,7	373	0,090	92,5
3;4	283	0,093	92,4	523	0,176	88,6	446	0,116	90,3	423	0,110	90,8
4;4	265	0,081	93,3	463	0,155	89,9	420	0,109	90,9	404	0,103	91,4
5;4	237	0,071	94,2	413	0,140	90,9	384	0,095	92,1	381	0,096	92,0
6;4	220	0,074	93,9	366	0,132	91,5	357	0,086	92,9	366	0,088	92,7
3;5	256	0,078	93,6	479	0,158	89,7	438	0,117	90,3	413	0,107	91,1
4;5	247	0,079	93,5	435	0,148	90,4	409	0,107	91,1	396	0,111	90,8
5;5	227	0,073	94,1	374	0,129	91,6	381	0,097	91,9	375	0,094	92,1
6;5	205	0,067	94,5	327	0,118	92,3	351	0,090	92,5	359	0,081	93,3
3;6	246	0,077	93,7	426	0,148	90,4	432	0,112	90,6	404	0,106	91,2
4;6	234	0,074	93,9	376	0,128	91,7	401	0,103	91,4	384	0,101	91,6
5;6	214	0,070	94,2	370	0,130	91,5	378	0,094	92,2	368	0,091	92,4
6;6	194	0,063	94,9	300	0,115	92,5	346	0,084	93,0	352	0,084	93,0
X_p →	93,7±0,2			90,7±0,4			91,5±0,5			91,9±0,4		

m_e - plošna masa pletiva određena eksperimentalno, vaganjem, g/m²; m_z - zapreminska masa pletiva, g/cm³; P_p - masena poroznost pletiva, %; h_k - dubina kuliranja, R_i - razmak između iglenica

planiran i pripremljen eksperiment te obavljenu analizu pletiva. Osim gravimetrijski, plošna je masa određivana i računski korištenjem uobičajne jednadžbe za glatko kulirno desnodesno pletivo. Razlike između ek-

sperimentalnih i računskih podataka navedene su u tab.6, a za uzorak 1BI102: 3;3 iznosi -5,4 %, tj. masa dobivena vaganjem je 5,4 % manja od mase dobivene računski, npr.

$$m_r = D_h \cdot 50 \cdot D_v \cdot 50 \cdot \ell \cdot T_i \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 6,9 \cdot 50 \cdot 9,5 \cdot 50 \cdot 9,44 \cdot 102 \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 315 \text{ g/m}^2 \quad (2)$$

Grafički prikazi na sl.9 upućuju na jednostavnu linearnu promjenu plošne mase, koja ovisi o dubini kuliranja

Tab.8 Oblici linearnih jednadžbi koje opisuju utjecaj dubine kuliranja (h_k) i razmaka između iglenica (R_i) na utrošak niti u očici (ℓ) kod uzoraka pletiva izrađenih od pređa različitih finoća (T_i)

Uzorak	Oblik jednadžbe	Koeficijent korelacije, r
1BI102	$\ell_1 = 5,04 + 1,03 \cdot h_k + 0,45 \cdot R_i$	0,99
2NA151	$\ell_2 = 5,56 + 1,03 \cdot h_k + 0,42 \cdot R_i$	0,99
3SM184	$\ell_3 = 4,28 + 0,98 \cdot h_k + 0,58 \cdot R_i$	0,99
4SI194	$\ell_4 = 5,33 + 0,99 \cdot h_k + 0,39 \cdot R_i$	0,99
Sumarni teorijski	$\ell_u = 5,6355 - 0,0036947 \cdot T_i + 0,45925 \cdot R_i + 1,00675 \cdot h_k$	0,97
Sumarni praktični	$\ell_u = 5,64 - 0,0037 \cdot T_i + 0,46 \cdot R_i + h_k$	0,97

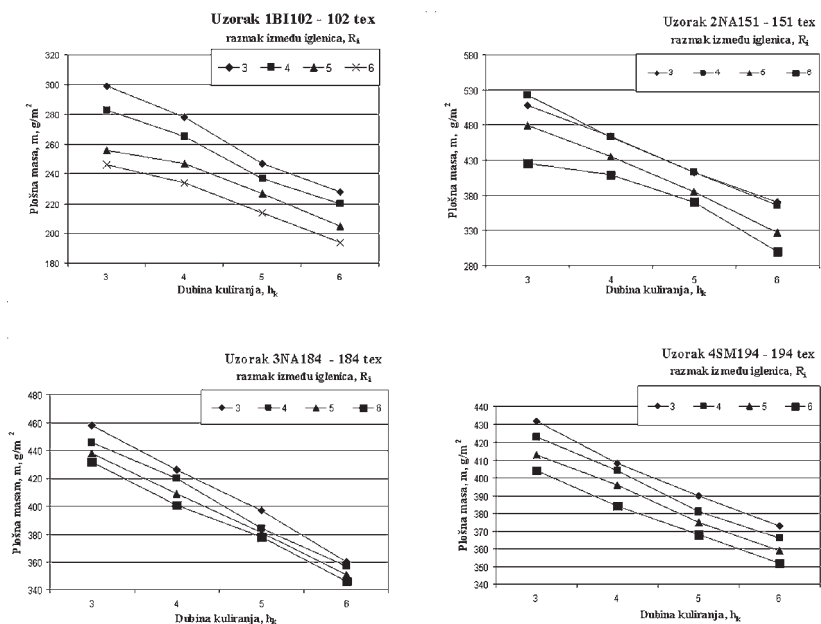
Tab.9 Razlika u utrošku niti u očici (ℓ) između računskih podataka dobivenih eksperimentalnim jednadžbama iz tab.7 i eksperimentalnih podataka dobivenih mjerenjem za pojedine uzorke pletiva

Uzorci → $h_k; R_i$ ↓	1BI102		2NA151		3SM184		4SI194	
	$\Delta \ell$, mm	$\Delta \ell$, %	$\Delta \ell$, mm	$\Delta \ell$, %	$\Delta \ell$, mm	$\Delta \ell$, %	$\Delta \ell$, mm	$\Delta \ell$, %
3;3	-0,04	-0,4	-0,03	-0,3	0,08	0,9	0,01	0,1
4;3	-0,14	-1,4	0,17	1,5	-0,20	-2,1	-0,05	-0,5
5;3	-0,19	-1,7	-0,04	-0,3	-0,09	-0,8	-0,11	-1,0
6;3	0,11	0,9	0,08	0,6	-0,04	-0,3	0,06	0,5
3;4	0,12	1,2	-0,05	-0,5	-0,08	-0,8	-0,04	-0,4
4;4	-0,05	-0,5	-0,01	-0,1	0,15	1,4	-0,18	-1,7
5;4	0,06	0,5	-0,14	-1,1	-0,20	-1,8	0,05	0,4
6;4	0,01	0,1	-0,03	-0,2	0,35	2,7	0,10	0,8
3;5	0,15	1,4	0,12	1,1	0,21	2,0	0,06	0,6
4;5	0,00	0,0	-0,15	-1,3	0,10	0,9	-0,06	-0,5
5;5	-0,10	-0,8	-0,16	-1,3	-0,01	-0,1	-0,09	-0,7
6;5	0,20	1,5	0,15	1,1	0,08	0,6	0,07	0,5
3;6	0,05	0,5	0,09	0,8	0,09	0,8	0,15	1,4
4;6	-0,11	-0,9	0,09	0,7	-0,20	-1,7	-0,12	-1,0
5;6	-0,24	-1,9	-0,12	-0,9	-0,29	-2,3	-0,05	-0,4
6;6	0,00	0,0	0,09	0,6	0,08	0,6	-0,14	-1,0

Tab.10 Oblici linearnih jednadžbi koje opisuju utjecaj dubine kuliranja (h_k) i razmaka između iglenica (R_i) na plošnu masu pletiva (m) kod uzoraka od pređa različitih finoća (T_i)

Uzorak	Oblik jednadžbe	Koeficijent korelacije, r
1BI102	$m_1 = 397 - 20 \cdot h_k - 14 \cdot R_i$	0,99
2NA151	$m_2 = 730 - 48 \cdot h_k - 22 \cdot R_i$	0,98
3SM184	$m_3 = 565 - 30 \cdot h_k - 7 \cdot R_i$	0,99
4SI194	$m_4 = 509 - 19 \cdot h_k - 8 \cdot R_i$	0,99
Sumarni teorijski	$m_u = 297,571 + 1,602 \cdot T_i - 29,119 \cdot h_k + 12,794 \cdot R_i$	0,85
Sumarni praktični	$m_u = 298 + 1,6 \cdot T_i - 29,1 \cdot h_k + 12,8 \cdot R_i$	0,85

(h_k) i razmaku između iglenica (R_i). Kao i kod analize utroška niti u očici (ℓ) tako je i za plošnu masu određena matematička ovisnost za pojedine uzorke, tab.10. Iz gafičkih je prikaza i izvedenih jednadžbi za pojedine finoće pređa uočljivo da se povećanjem dubine kuliranja i razmaka između iglenica plošna masa pletiva smanjuje. Zakonitost je linearna i kompaktna, što potvrđuju veliki koeficijenti korelacije (r). Usporedbom rezultata dobivenih eksperimentalnim mjerenjem i rezultata dobivenih interpoliranom jednadžbom za pojedinu pređu, uočljiva je mala razlika, tab.11. Kod uzoraka izrađenih efektinim bukne pređama razlika između navedenih rezultata je manja od $\pm 2,5$ %, što upućuje na veoma jednoličnu i stabilnu strukturu pletiva kao i precizno obavljenu analizu pletiva. Nešto veća odstupanja su kod uzoraka izrađenih od pređa finoće 102 tex. Najveća odstupanja su kod uzoraka od pamučnih končanah pređa finoće 50 tex x 3. Kod ovih uzoraka polovica rezultata odstupa do $\pm 2,5$ %, a druga polovica do ± 5 %, pri čemu je samo jedna razlika veća i iznosi -6,6 %. Kad se analizira utjecaj svih triju promjenjivih parametara u procesu pletenja, tj. finoća pređe (T_i), dubina kuliranja (h_k) i razmak između iglenica (R_i) na plošnu masu pletiva (m), tada se dobije linearna jednadžba s četiri nepoznanice kod koje je znatno niži koeficijent korelacije i iznosi 0,85. Pojednostavnjeni ili praktični oblik ove jednadžbe se preporučuje s malo većim oprezom, tj. za određene strukture pletiva potrebno je pomnije birati određenu finoću pređe i dubinu kuliranja. U ovoj je analizi zanimljivo uočiti relativnu pogrešku koja za sva 64 uzorka iznosi 0 %, tj. u prosjeku nema razlike između eksperimentalnih rezultata i rezultata dobivenih interpoliranom jednadžbom. Međutim, standardna devijacija pokazuje da ipak ima rasipanja koja iznose 1,8 % pri čemu je dozvoljena praktična pogreška $\pm 0,4$ %, kod pouzdanosti 95 %.



Sl.9 Prikaz utjecaja dubine kuliranja (h_k , mm) i razmaka iglenica (R_i) na plošnu masu pletiva (m_p) kod uzoraka od pređa različitih finoća (T_i)

Tab.11 Razlika u plošnoj masi pletiva između eksperimentalnih (tab.6) i računskih podataka dobivenih eksperimentalnim jednadžbama iz tab.10 za pojedine uzorke pletiva

Uzorci →	1BI102		2NA151		3SM184		4SI194	
$h_k; R_i$ ↓	Δm , g/m ²	Δm , %	Δm , g/m ²	Δm , %	Δm , g/m ²	Δm , %	Δm , g/m ²	Δm , %
3;3	4,0	1,3	-12,0	-2,4	4,0	0,9	4,0	0,9
4;3	3,0	1,1	-8,0	-1,7	2,0	0,5	-1,0	-0,2
5;3	-8,0	-3,2	-11,0	-2,7	3,0	0,8	0,0	0,0
6;3	-7,0	-3,1	-6,0	-1,6	-4,0	-1,1	2,0	0,5
3;4	2,0	0,7	25,0	4,8	-1,0	-0,2	3,0	0,7
4;4	4,0	1,5	13,0	2,8	3,0	0,7	3,0	0,7
5;4	-4,0	-1,7	11,0	2,7	-3,0	-0,8	-1,0	-0,3
6;4	-1,0	-0,5	12,0	3,3	0,0	0,0	3,0	0,8
3;5	-11,0	-4,3	3,0	0,6	-2,0	-0,5	1,0	0,2
4;5	0,0	0,0	7,0	1,6	-1,0	-0,2	3,0	0,8
5;5	0,0	0,0	5,0	1,3	1,0	0,3	1,0	0,3
6;5	-2,0	-1,0	-5,0	-1,5	1,0	0,3	4,0	1,1
3;6	-7,0	-2,8	-28,0	-6,6	-1,0	-0,2	0,0	0,0
4;6	1,0	0,4	3,0	0,7	-2,0	-0,5	-1,0	-0,3
5;6	1,0	0,5	12,0	3,2	5,0	1,3	2,0	0,5
6;6	1,0	0,5	-10,0	-3,3	3,0	0,9	5,0	1,4

7.4. Rasprava o primjeni pletiva

Projektirana, izrađena i analizirana pletiva dokazuju mogućnosti različite primjene. Mnoga od uzoraka pletiva mogu se upotrebljavati za izradu odjevnih predmeta, različitih prekrivača i prostirača. Uzorci pletiva izrađeni pređama finoće 102 tex su lagani, porozni i veoma rastezljivi te se pre-

poručuju koristiti za lagane proljetno/jesenske prekrivače glave, ramenja ili nogu npr. starijih ili invalidnih osoba dok sjede ili su u kolicima. Od ovih se pletiva ne preporučuje izrada odjevnih predmeta s mnogo šavova ili džepova. Uzorci pletiva izrađeni pamučnim končanim pređama finoće 50 tex x 3 s manjim dubinama kuliranja i razmakom između iglenica mogu se kori-

stiti za izradu različitih plaštava, ponča, ponča s kapuljačom, toga, te jednostavnih pulovera i vesta. Pletiva izrađena pri većim dubinama kuliranja i s razmakom između iglenica preporučuju se za masivnije zimske prekrivače glave, ramena ili nogu npr. starijih ili invalidnih osoba dok sjede ili su u kolicima. Sva pletiva izrađena od efektnih bukke pređa preporučuju se za izradu različitih prostirača, prekrivača ili zimskih odjevnih predmeta sa džepovima. Ova su pletiva punija i stabilnija te se mogu koristiti kao ljetni krevetni prekrivači ili veoma kvalitetni zimski pončo, naročito pončo s kapuljačom. Primjena pletiva ovisi i o potrebama institucije koja koristi ovakav ravnopletaći dvoiglenični stroj. Jedne strukture pletiva će se koristiti za starije pokretne osobe, a druge za starije osobe u kolicima. Ako se stroj koristi u dječjem rehabilitacijskom centru tada je preporučljivo uzorke pletiva izrađivati u više boja, s različitim višebojnim i melanž pređama. Za korištenje stroja u samostanu ili kulturno-umjetničkom društvu prevladavat će drugačiji kriteriji izbora pređa i primjene izrađenih struktura pletiva.

8. Zaključak

Ravnopletaći dvoiglenični stroj testiran je u osnovnom proizvodnom radu za tzv. osobne potrebe, odnosno ne za industrijsku proizvodnju. Stroj ima finoću E5, pokretan je pomoću elektromotora i na njemu su izrađivani uzorci glatkog kulirnog desno-desnog pletiva. Za pletenje su korištene četiri različite pređe nazivnih finoća 102, 151, 184 i 194 tex. Od svake pređe ispleteni su uzorci pletiva pri četiri različite dubine kuliranja i razmaka između iglenica. Ukupno su izrađena 64 uzorka pletiva. Analizirani su osnovni parametri strukture pletiva te se na temelju rezultata navode sljedeći zaključci. Razmatran je rad stroja za osobnu proizvodnju, tj. proizvode koji se ne stavljaju na tržište. Stroj je pogodan za korištenje u različitim institucijama poput domova umirovljenika,

rehabilitacijsko-edukacijskim centrima, samostanima, kulturno-umjetničkim društvima, udrugama, većim obiteljima i sl. Za pletenje i optimalan rad su korištene jedna jednostruka i tri končane pamučne i poliakrilonitrilne pređe te pređe od mješavine vunenih i poliakrilonitrilnih vlakana. Pletiva su namijenjena za nesvakodnevnne odjevne predmete, različite prekrivače i prostirače i sl.

Izrađeni uzorci pletiva imali su plošne mase u rasponu od 194 do 523 g/m², različite poroznosti i rastezljivosti. Laganija, poroznija i više rastezljiva pletiva pogodnija su za različite odjevne prekrivače poput marama za glavu, ramena ili noge. Punija, zbijenija i manje rastezljiva pletiva prikladnija su za izradu različitih specijalnih odjernih predmeta, poput ponča. Vrlo zbijena i masivna pletiva male rastezljivosti prikladna su za izradu zimskih odjernih predmeta te kao prekrivači npr. invalidnih osoba dok sjede u kolicima ili dok leže ili pak za izradu različitih podmetača na sjedalicama.

Kod izrađenih pletiva naglasak je stavljen na analizu parametara strukture. Posebno su analizirana tri osnovna parametra pletiva, i to skupljanje u poprečnom smjeru pletiva nakon skidanja sa stroja, utrošak niti u očici i plošna masa pletiva. Svi podaci analiziranih parametara statistički su obrađeni uz razinu pouzdanosti 95 %, ($p=0,05$). Na osnovi pojedinačnih mjerenja izvedene su eksperimentalne jednadžbe koje opisuju promjene utroška niti u očici i plošne mase u ovisnosti o finoći pređe, dubini kuliranja i razmaku između iglenica.

Stroj na kojem su izrađeni uzorci ima finoću E5, razdjel 5,08 mm, debljinu grebena 1,12 mm, debljinu kukice igle 0,85 mm, a uvjetna debljina pređa od kojih su ispleteni uzorci je iznosila 0,45 do 0,63 mm. Prosječna sila povlačenja pletiva je iznosila 11 cN/igli ili nizu očica. Na ovakvom je stroju za jednu očicu utrošeno 9,04 do 14,35 mm pređe.

Testiranje stroja je provedeno iz više razloga. Prvi razlog je da se dođe do spoznaje utjecaja finoće pređe na

plošnu masu pletiva. Ovaj podatak služi pri planiranju godišnje potrošnje pređe za rad na stroju. Drugi razlog je bio da se utvrdi utjecaj strukture pređe na skupljanje pletiva, a time i na rastezna svojstva pletiva koja su odlučujuća za primjenu pletiva za određeni proizvod. U proizvodnom je smislu veoma značajan podatak bio saznati utjecaj dubine kuliranja i razmaka između iglenica na strukturu pletiva, također zbog primjene pletiva.

Svaka institucija koja koristi ovakav stroj odlučuje o proizvodnom programu. Osmišljenim izborom proizvodnog programa, izborom pređa i pažljivim radom na stroju mogu se postići značajni socijalno-ekonomski efekti u pojedinim institucijama. Poželjno je da ovakav program vodi jedna stručno osposobljena i iskusna osoba ili više njih. Pritom rezultati ovog rada mogu biti smjernica u radu i projektiranju svojstava željenog proizvoda.

Literatura:

- [1] Vogler-Ludwig K. i A. C. Valente: Skills scenarios for the textiles, wearing apparel and leather products sector in the European Union, Munich, 2009.
- [2] ...: World Textile and Apparel Trade and Production Trends: China, South-East Asia and South Asia, *Textile Outlook International*, 21 (2008) 137, 11-57
- [3] Anson R., G. Brocklehurst: World Markets for Textile Machinery: Part 3 – Knitted Fabric Manufacture, *Textile Outlook International*, 22 (2009) 142, 103-131
- [4] Anson R., G. Brocklehurst: World Markets for Textile Machinery: Part 2—Fabric Manufacture, *Textile Outlook International*, 21 (2008) 137, 98-137
- [5] www.strickapparate.de, pristupljeno: 23.6.2014.
- [6] <http://www.knitcraft.com/silver/machines/show.php>, pristupljeno: 23.VI.2014.
- [7] <http://www.stoll.com/stoll-startseite>, pristupljeno: 12.6.2014.
- [8] Tollkuen D.: Elektronisch steuern, mustern, stricken, Universal-Flachstrick-Automaten, Meisenbach, Bamberg, 1986
- [9] Raz S.: Flat Knitting Technology, Universal Maschinenfabrik, Meisenbach, Bamberg, 1993
- [10] <http://www.shimaseiki.com>, pristupljeno: 21.5.2014.
- [11] <http://www.wallberg-strickmaschinen.de/epages>, pristupljeno: 16. IV.2014.
- [12] Fatkić E. i sur.: Utjecaj dubine kuliranja i karakteristika pređa na fizikalno-mehanička svojstva desno-desnih kulirnih pletiva, *Tekstil* 52 (2003.) 11, 557-562
- [13] Lazarenko V.M.: Vlijanje ottjažki na skorosti potrebljenja niti v processe kulirovanija, *Trikotažnaja promišlenost*, 17 (1969) 2, 112-116
- [14] Vrljičak Z.: Pletenje po kroju, *Tekstil* 44 (1995.) 3, 123-128
- [15] Vrljičak Z.: Izrada đempera, *Tekstil* 44 (1995.) 4, 197-203
- [16] Vrljičak Z., M. Banović: Izrada veste, *Tekstil* 44 (1995.) 10, 509-515
- [17] Lasić V. i sur.: Projektiranje rebrastih desno-desnih pletiva, *Tekstil* 43 (1994.) 5, 232-235
- [18] Lasić A.: Ovisnost fizikalno-mehaničkih svojstava kulirnog dvostrano-desnog pletiva o duljini očice, *Tekstil* 44 (1995.) 2, 72-78
- [19] Pavko Čuden A. i sur.: Utjecaj procesnih i strukturnih parametara pletiva s elastanom na duljinu očice, *Tekstil* 60 (2011.) 2/3, 65-73
- [20] Sadovskij V.V. et al.: Vlijanje režima vjazanija na massu virabativaemogo trikotaža, *IVUZ. Tehnologija legkoj promišlenosti*, 26 (1978)4, 94-97
- [21] http://www.knitpicks.com/yarns/knitting_yarns.html, pristupljeno: 17.V.2014.
- [22] Vrljičak Z., M. Srdjak, V.M. Potočić Matković: Izrada bešavnih pletenih odjernih predmeta, *Tekstil* 53 (2004.) 9, 466-473
- [23] HRN. F. S2. 016
- [24] HRN. F. S2. 013
- [25] HRN. F. S2. 021
- [26] Vrljičak Z.: Kritički osvrt na analizu parametara strukture kulirnih pletiva, *Tekstil* 48 (1999.)4, 181-187
- [27] ...: Microsoft Office Excel 2007.
- [28] Čunko R.: Ispitivanje tekstila, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 1995.
- [29] Graff J. et al.: Statistische Methoden bei textilen Untersuchungen, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, New York, 1974

SUMMARY

Production testing of a nonindustrial double bed flat knitting machine

Z. Vrljicak, K. Krstović¹, Ž. Pavlović²

According to plan an electromotor-controlled double bed flat knitting machine E5 was designed whose needle bar is 90 cm long and on which 175 x 2 needles knit with one knitting system. The machine is intended for domestic use, i.e. it is used in cottage industry and various institutions. The machine running was tested with yarns of different counts, structures and raw material composition and at different sinking depths and different distances between the needle bars. All the samples were made as plain rib knit fabrics. Single and twisted yarns with counts of 102, 151, 184 and 194 tex were used for knitting. Each yarn was used to knit samples with sinking depths 3, 4, 5 and 6 and with needle bar spaces 3, 4, 5 and 6. A total of 64 knitted fabric samples were made. Stitch length ranged from 9.04 mm to 14.35 mm, and fabric mass ranged from 194 to 523 g/m². Based on the experimental data mathematical equations for individual parameters of the knitted fabric structure were derived and described in linear equations with three or four unknowns. The knitted fabrics are generally used to make unconventional outerwear, various blankets and mats as well as for conventional knitted outerwear.

Key words: double bed flat knitting machine, plain rib knit fabric, parameters of knitted fabric structure, technological analysis

University of Zagreb, Faculty of Textile Technology

¹*TTT, Veliko Trgovišće*

²*JADRAN tvornica čarapa, Zagreb*

Zagreb, Croatia

e-mail: zlatko.vrljicak@tff.hr

Received July 24, 2014

Fertigungsprüfung einer nicht industriellen Doppelbett-Flachstrickmaschine

Es wurde eine durch Elektromotor gesteuerte Doppelbett-Flachstrickmaschine mit E5 Feinheit fertigung geprüft, deren Nadelbarre 90 cm lang ist und auf der 175 x 2 Nadeln mit einem Stricksystem stricken. Die Maschine ist nicht für die industrielle Produktion gedacht, sondern für den Heimgebrauch, d.h. sie wird in der Heimarbeit und in verschiedenen Institutionen verwendet. Der Maschinenlauf wurde mit unterschiedlichen Garnfeinheiten, Strukturen und Rohmaterialzusammensetzung sowie bei verschiedenen Kuliertiefen und Abständen zwischen den Nadelbarren getestet. Einfachgarne und Zwirne mit Feinheiten von 102, 151, 184 und 194 tex wurden zum Stricken verwendet. Jedes Garn wurde verwendet, um Probestücke mit Kuliertiefen 3, 4, 5 und 6 sowie mit Nadelbarrenabständen 3, 4, 6 und 6 zu verstricken. Insgesamt wurden 64 Proben hergestellt. Maschenlänge lag im Bereich von 9,04 mm bis 14,35 mm, und Flächenmasse lag im Bereich von 194 bis 523 g/m². Basierend auf den experimentellen Daten wurden mathematische Gleichungen für die einzelnen Parameter der Gestrickstruktur abgeleitet und in linearen Gleichungen mit drei oder vier Unbekannten beschrieben. Maschenwaren werden in der Regel verwendet, um sowohl unkonventionelle Oberbekleidung, verschiedene Decken und Matten als auch herkömmliche gestrickte Oberbekleidung herzustellen.