

# Ispitivanje uporabnih svojstava pletiva za izradu donjeg rublja

---

Vlanić, Mateja

Undergraduate thesis / Završni 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:201:879417>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-17**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

**ISPITIVANJE UPORABNIH SVOJSTAVA PLETIVA ZA IZRADU  
DONJEG RUBLJA**

MATEJA VLAINIĆ

Zagreb, rujan 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET  
Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila

ZAVRŠNI RAD

**ISPITIVANJE UPORABNIH SVOJSTAVA PLETIVA ZA IZRADU  
DONJEG RUBLJA**

Mentorica:

Izv. prof. dr. sc. Antoneta Tomljenović

Mateja Vlanić

10288/TTI

Zagreb, rujan 2018.

## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

Sveučilište u Zagrebu

Tekstilno-tehnološki fakultet

Sveučilišni preddiplomski studij: Tekstilna tehnologija i inženjerstvo

Smjer: Odjevno inženjerstvo

Studentica: Mateja Vlanić

Matični broj (broj indeksa): 10288/TTI

Mentorica: Izv. prof. dr. sc. Antoneta Tomljenović

Laboratorij u kojem je izrađen završni rad:

Laboratoriji Zavoda za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila, Sveučilišta u Zagrebu

Tekstilno-tehnološkog fakulteta: Klimatizirani laboratorij za fizikalno-mehanička

ispitivanja tekstila; Laboratorij za fizikalno-kemijska ispitivanja tekstila

Broj stranica: 63

Broj tablica: 17

Broj slika: 31

Broj literaturnih izvora: 30

Članovi povjerenstva:

Izv. prof. dr. sc. Snježana Firšt Rogale, predsjednica

Izv. prof. dr. sc. Antoneta Tomljenović, članica (mentorica)

Doc. dr. sc. Dragana Kopitar, članica

Doc. dr. sc. Maja Somogyi Škoc, zamjenica članice

Datum predaje:

Datum obrane:

## ZAHVALA

*Ponajprije se želim zahvaliti mentorici izv.prof.dr.sc. Antoneti Tomljenović na znanstvenim i stručnim savjetima, profesionalnom pristupu, uloženom vremenu, velikom strpljenju, potpori i razumijevanju prilikom izrade ovog rada.*

*Zahvaljujem se svim djelatnicima Zavoda za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila na pristupačnosti i osjećaju da sam uvijek dobrodošla.*

*Zahvaljujem se djelatnicima Zavoda za projektiranje i menadžment tekstila koji su izradili uzorke ispitivane u ovom radu.*

*Zahvaljujem se svim članovima Povjerenstva.*

*Zahvaljujem se kolegi Juri Živičnjaku na dodatnim uputama i pomoći prilikom provođenja ispitivanja.*

*Naposljetku, želim se zahvaliti svojoj obitelji i prijateljima koji su često imali više vjere u mene nego ja sama i bili najveća podrška u trenucima najveće sumnje u vlastite sposobnosti.*

### ***Zahvala i financiranje***

*Rad studentice Mateje Vlanić financirala je Hrvatska zaklada za znanost projektom HRZZ IP-2016-06-5278 Udobnost i antimikrobna svojstva tekstila i obuće, voditelj: prof.dr.sc. Zenun Skenderi.*

*Mišljenja, nalazi i zaključci ili preporuke navedene u ovom radu odnose se na autora i ne odražavaju nužno stajališta Hrvatske zaklade za znanost.*



## SAŽETAK

Donje rublje se primjenjuje svakodnevno, a s obzirom da je u izravnom kontaktu s kožom, udobnost pri nošenju i njegova pristalost, kao i uporabna trajnost izrazito su važne značajke. Iako se donje rublje uglavnom povezuje s pamučnim pletivom, izrađuje se i iz umjetnih regeneriranih celuloznih vlakana (najčešće viskoznih, liocelnih ili modalnih) koja osiguravaju svilenkast opip, bolju higroskopsnost i iznimnu kontaktnu udobnost. Pletiva za izradu donjeg rublja se najčešće izrađuju iz jednonitne pamučne pređe dobivene konvencionalnim postupkom prstenastog pređenja. U novije vrijeme koriste se i pređe predene nekonvencionalnim SiroSpun<sup>®</sup>, rotorskim te aerodinamičkim postupkom koje se razlikuju po strukturi i svojstvima. Kako je broj europskih normi vezanih uz ispitivanje i karakterizaciju pletiva mali, proizlazi potreba proširenja istraživanja u području razvoja metodologije vrjednovanja njihove kvalitete te uporabne trajnosti. Stoga su u radu ispitana uporabna svojstva četiri kulirna desno-desna cjevasta pletiva namijenjena izradi donjeg rublja, a izrađena iz pređa jednake finoće: pamučne prstenaste, te prstenaste, rotorske i siro pređe iz viskoznih vlakana. Sa svrhom praćenja utjecaja primijenjene pređe i preradbenog stupnja pletiva na uporabna svojstva pletiva, vrjednovana je kvaliteta sirovih i dorađenih pletiva prema normiranim metodama - ispitivanjem temeljnih karakteristika pletiva (plošne mase, debljine i broja očica na jediničnoj duljini) te otpornosti na habanje, sklonosti pilingu, dimenzijske stabilnosti i sklonosti spiralnosti nakon pranja i sušenja.

**Ključne riječi:** kulirna desno-desna cjevasta pletiva, predena pređa, donje rublje, uporabna svojstva, ispitivanje tekstila

## SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. Pletiva	3
2.1.1. Kulirna pletiva	4
2.1.2. Lančana pletiva	6
2.2. Proizvodnja pletene odjeće	6
2.2.1. Pletiva za izradu donjeg rublja	9
2.2.2. Stabiliziranje dimenzija i oblika pletiva	10
2.2.2.1. Utjecaj vrste vlakana na dimenzijsku stabilnost pletiva	10
2.2.2.2. Utjecaj parametara pletenja na dimenzijsku stabilnost pletiva	11
2.2.2.3. Utjecaj parametara oplemenjivanja i sušenja na dimenzijsku stabilnost pletiva	12
2.3. Proizvodnja predene pređe za izradu pletiva	14
2.3.1. Prstenasto pređenje	15
2.3.2. Rotorsko pređenje	17
2.3.3. Pređenje SiroSpun® metodom	18
3. EKSPERIMENTALNI DIO	20
3.1. Temeljni pristup ispitivanju	20
3.2. Primijenjeni materijali	21
3.3. Metode ispitivanja	22
3.3.1. Ispitivanje temeljnih karakteristika pletiva	22
3.3.2. Ispitivanje otpornosti na habanje	24
3.3.3. Ispitivanje sklonosti stvaranju površinskog pilinga	26
3.3.4. Ispitivanje dimenzijske stabilnosti nakon pranja i sušenja	28
3.3.5. Ispitivanje sklonosti spiralnosti nakon pranja i sušenja	31
4. REZULTATI I RASPRAVA	37
4.1. Temeljne karakteristike pletiva	37
4.2. Otpornost pletiva na habanje	40
4.3. Sklonost stvaranju površinskog pilinga na pletivu	43
4.4. Dimenzijska stabilnost pletiva nakon pranja	47
4.5. Spiralnost pletiva nakon pranja	54
5. ZAKLJUČAK	58
6. LITERATURA	61



## 1. UVOD

Donje rublje je odjevni predmet koji ljudi svakodnevno odijevaju, bez obzira na dob i spol. Ono je u izravnom dodiru s kožom korisnika zbog čega su udobnost pri nošenju i njegova pristalost izrazito važne značajke. Udobnost odjeće nerijetko se vezuje uz primjenu tekstilnih materijala od prirodnih vlakana koja osiguravaju visoku razinu kontaktne i termofiziološke udobnosti te omogućavaju nesputano kretanje korisnika uz minimalne deformacije i odgovarajuću elastičnost. Upravo se zbog toga donje rublje proizvodi iz pletiva najčešće izrađenog iz pamučnih vlakana. Ipak, zbog sve veće uporabe umjetnih tekstilnih vlakana za proizvodnju odjeće, primjena istih se proširila i na proizvodnju donjeg rublja. Mnoga umjetna vlakna često su drugačijih svojstava u odnosu na prirodna, zbog čega se za proizvodnju donjeg rublja koriste uglavnom umjetna regenerirana celulozna vlakna (najčešće viskozna, liocelna ili modalna) koja osiguravaju svilenkast opip, odličnu higroskopnost i iznimnu kontaktnu udobnost. Pletiva za izradu donjeg rublja se najčešće izrađuju iz jednonitne pamučne pređe dobivene konvencionalnim postupkom prstenastog pređenja. U novije vrijeme koriste se i pređe predene nekonvencionalnim SiroSpun<sup>®</sup>, rotorskim te aerodinamičkim postupkom. Svakim od navedenih postupaka pređenja izrađuje se pređa različite strukture i svojstava, čak i kada se radi o pređi iz istovrsnih vlakana.

Kako je broj europskih normi vezanih uz ispitivanje i karakterizaciju pletiva mali, proizlazi potreba proširenja istraživanja u području razvoja metodologije vrjednovanja njihove kvalitete te uporabne trajnosti. Stoga su u radu ispitana uporabna svojstva četiri kulirna desno-desna cjevasta pletiva namijenjena izradi donjeg rublja, a izrađena iz pređe jednake finoće: pamučne prstenaste, te prstenaste, rotorske i SiroSpun<sup>®</sup> pređe iz viskoznih vlakana. Sa svrhom praćenja utjecaja primijenjene pređe i preradbenog stupnja pletiva na uporabna svojstva pletiva, vrjednovana je i uspoređena kvaliteta sirovih i doradenih pletiva. S obzirom da su navedena pletiva namijenjena za izradu donjeg rublja, ispitivana su ona uporabna svojstva bitna za tu vrstu odjeće. Donje rublje se odijeva svakodnevno, a izloženo je i učestalom pranju te se od njega očekuje dobra dimenzijska stabilnost nakon provedbe preporučene njege i trajnost tijekom nošenja. Stoga su primjenom razrađene metodike vrjednovanja uporabne kvalitete prema normiranim metodama ispitane i uspoređene temeljne karakteristike pletiva (plošna masa, debljina i broj očica na jediničnoj duljini) te otpornost na habanje metodom prohabavanja i sklonost

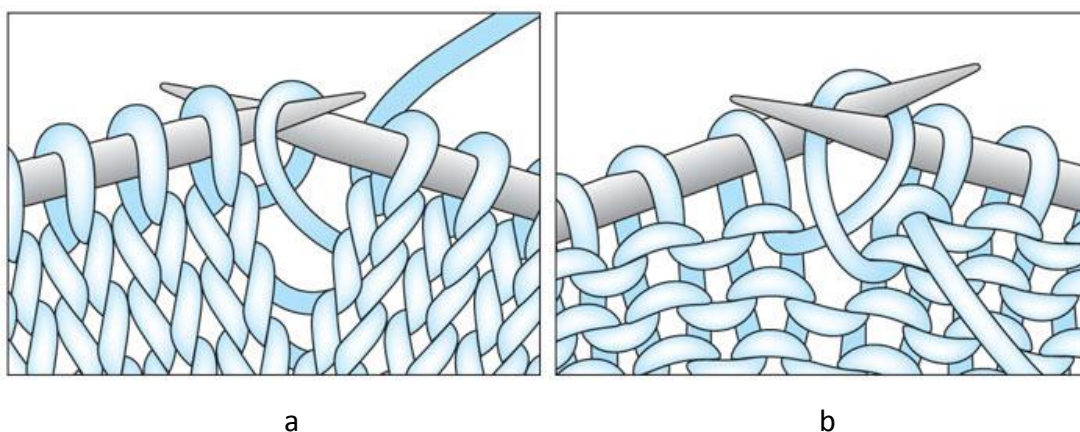
nastanku površinskog pilinga primjenom habalice prema Martindale-u, kao i dimenzijska stabilnost i sklonost spiralnosti pletiva nakon pranja i sušenja.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Pletiva

Pletiva su tekstilije raznolike upotrebe koja se koriste za izradu odjeće (gornja i sportska odjeća, donje rublje), na području tehničkog (mrežaste zaštite, izolacijski materijal, kompoziti) i medicinskog tekstila (razni zavoji, pojedina ortopedska pomagala) i dr. Najstariji poznati pleteni izradci potječu iz 4.st.pr.Kr, a riječ je o paru ručno pletenih čarapa pronađenih u egipatskoj grobnici. Iako je u današnje vrijeme područje tekstila i odjeće nezamislivo bez pletiva, vještina ručnog pletenja u Europi bila je nepoznanica čak do 13. st., kada započinje njena primjena u Španjolskoj i Italiji [1, 2].

Pletiva je moguće definirati kao plošne proizvode izrađene od tzv. očica koje nastaju međusobnim ispreplitanjem jedne ili više niti, odnosno jednog ili više sustava niti. Niti se međusobno isprepliću prema pravilima određene vrste prepleta, no uvijek su vidljiva dva slijeda očica – uzdužni slijed ili *niz* te poprečni slijed ili *red*. Ovisno o vrsti prepleta, u pletenoj strukturi razlikuju se *desne* ili prave očice i *lijeve* ili krive očice. Desna očica je ona kod koje u donjoj jedinici prepleta bočne stranice promatrane očice prolaze ispred središnjeg luka, a lijeva očica je ona kod koje središnji luk promatrane očice u njenom donjem dijelu prolazi iznad bočnih stranica očica (slika 1.) [3].



Slika 1. Shematski prikaz desnih (a) i lijevih (b) očica pletiva na primjeru ručnog pletenja [4]

Prema stupnju dovršenosti razlikuju se sirova i doradena pletiva. Sirovo pletivo je ono koje je neposredno skinuto s pletaćeg stroja i u sebi sadrži dosta nakupljenih napetosti iz procesa pletenja, pa se mora relaksirati kako bi postalo stabilno. Takvo pletivo nema zadovoljavajuća uporabna svojstva te se podvrgava nizu završnih doradbenih procesa

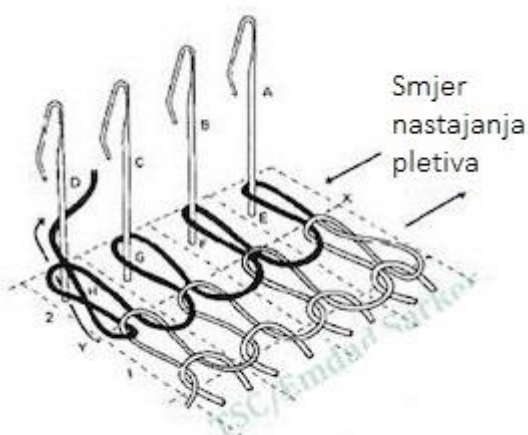
(oplemenjivanju). U tim procesima pletiva se mogu bijeliti ili bojadisati, a mogu se nanijeti i razne specijalne dorade (apreture) poput vodoodbojne, protiv prljanja, gorenja i slično [3].

Postoji još nekoliko načina podjele pletiva, pa tako mogu biti strojno ili ručno izrađena, ravna ili cjevasta, no daleko najvažnija je podjela prema načinu tvorbe očica – na temelju te podjele razlikujemo *kulirna* ili potkina te *lančana* ili osnovina pletiva [3].

Bez obzira na vrstu i način izrade pletiva, karakteristična je njihova izražena istezljivost i elastičnost, odnosno sposobnost vraćanja pletiva na prvobitne dimenzije nakon određenog rastezanja. Takvo svojstvo pletiva javlja se u sva tri smjera plošne tekstilije – po duljini, širini i dijagonalno – a upravo zahvaljujući njemu pletena odjeća prijanja uz tijelo i u velikoj mjeri zadržava svoj oblik tijekom uporabe [3].

### 2.1.1. Kulirna pletiva

Tehnika kojom se niti međusobno isprepliću prema načelu unošenja potke kod tkanja naziva se tehnika kuliranja te se stoga tako izrađena pletiva nazivaju kulirna ili potkina. Kulirna pletiva uglavnom nastaju pletenjem s jednom (temeljnom) niti pređe koja uvijek prolazi preko igle poprečno u odnosu na smjer nastajanja pletiva. Najprije se stvara vodoravan red petlji, a potom se u sljedećem redu one isprepliću u očice te se istodobno stvara novi red petlji i taj postupak ponavlja se tijekom cijelog procesa pletenja (slika 2.). Uz temeljnu, moguće je uvoditi i dodatne niti pređe radi postizanja željenih uporabnih svojstava ili estetskog izgleda. Glavni nedostatak kulirnih pletiva je da se mogu lako parati [3, 2].



Slika 2. Shematski prikaz izrade kulirnih pletiva [5]

Kulirna pletiva izrađuju se u raznim prepletima, a neka od njih su:

- Glatko ili džersi pletivo

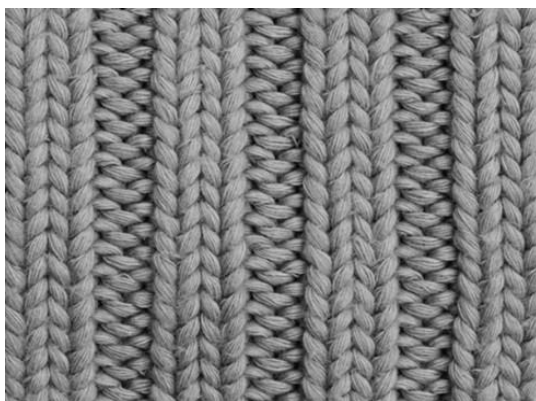
Pletivo kod kojeg su na licu uočljivi ravni uzdužni nizovi desnih očica, a na naličju horizontalni redovi lijevih očica zbog čega se to pletivo naziva i desno-lijevo pletivo.

- Dvostrano lijevo pletivo

Pletivo kod kojeg su s obje strane (s lica i naličja) vidljive samo lijeve očice.

- Dvostrano desno pletivo

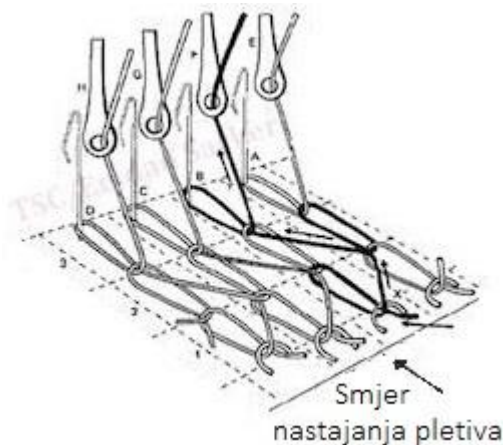
Pletivo kod kojeg su s obje strane (s lica i naličja) vidljive samo desne očice. Dolazi u raznim prepletima, a može imati izraženu reljefnu teksturu u kojoj se ističu uzdužne izbočene pruge od desnih očica između kojih je niz lijevih očica (rebrasto pletivo – slika 3.). Takva pletiva mogu biti raznolike strukture, odnosno između reljefnih pruga desnih očica može se nalaziti jedan (1x1 pletivo), dva (1x2) ili više niza lijevih očica. Također, može biti i različiti broj nizova desnih očica, pa tako postoji 2x2 dvostrano desno pletivo (2 niza desnih očica između kojih se nalazi 2 niza lijevih očica) i sl. Naravno, dvostrano desno pletivo ne mora imati izraženu reljefnu strukturu, kao kod tzv. interlok pletiva kojeg se može shvatiti kao dva odvojena pletiva koja su međusobno isprepletana tako da su sa lica i naličja vidljive samo desne očice [3].



Slika 3. Rebrasto pletivo 2x2 [6]

### 2.1.2. Lančana pletiva

Ova vrsta pletiva nastaje od većeg broja niti koje se pružaju uzdužno (poput osnovinih niti u tkanini) i od kojih se istodobno stvaraju očice u obliku lančića, zbog čega se nazivaju i lančana pletiva. Prvo se priprema sustav uzdužnih niti u željenoj širini (onoj koja će odgovarati željenoj širini gotovog pletiva), zatim svaka uzdužna nit na pletaćem stroju prolazi kroz ušicu provodne igle nakon čega se jezičastom iglom tvori petlja koja se prepliće preko jedne, dviju ili tri igala u lijevo ili desno (slika 4.). Za razliku od kulirnih, takva pletiva ne mogu se parati niti se mogu izraditi ručnim pletenjem. Također dolaze u raznim prepletima, a neka od njih su triko, milansko, rašel i dr [3].



Slika 4. Shematski prikaz izrade lančanih pletiva [5]

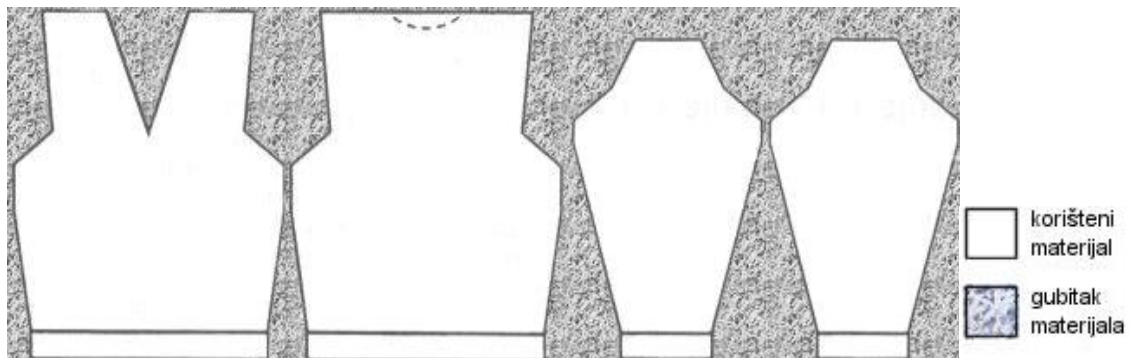
### 2.2. Proizvodnja pletene odjeće

Pletiva se zbog svojih karakterističnih svojstava (izrazita istežljivost i elastičnost, velika poroznost kod pletiva manje gustoće) vrlo često konfekcioniraju na specifičan način pri proizvodnji odjeće. Sama pletiva se mogu izrađivati na različite načine te se odjeća iz njih može izrađivati izravno ili neizravno. Ovisno o krajnjoj namjeni, pletivo za izradu odjeće najčešće se izrađuje na jedan od sljedećih načina:

- a) izrada metražnog pletiva,
- b) pletenje po kroju i
- c) izrada bešavnih pletenih proizvoda [2, 7].

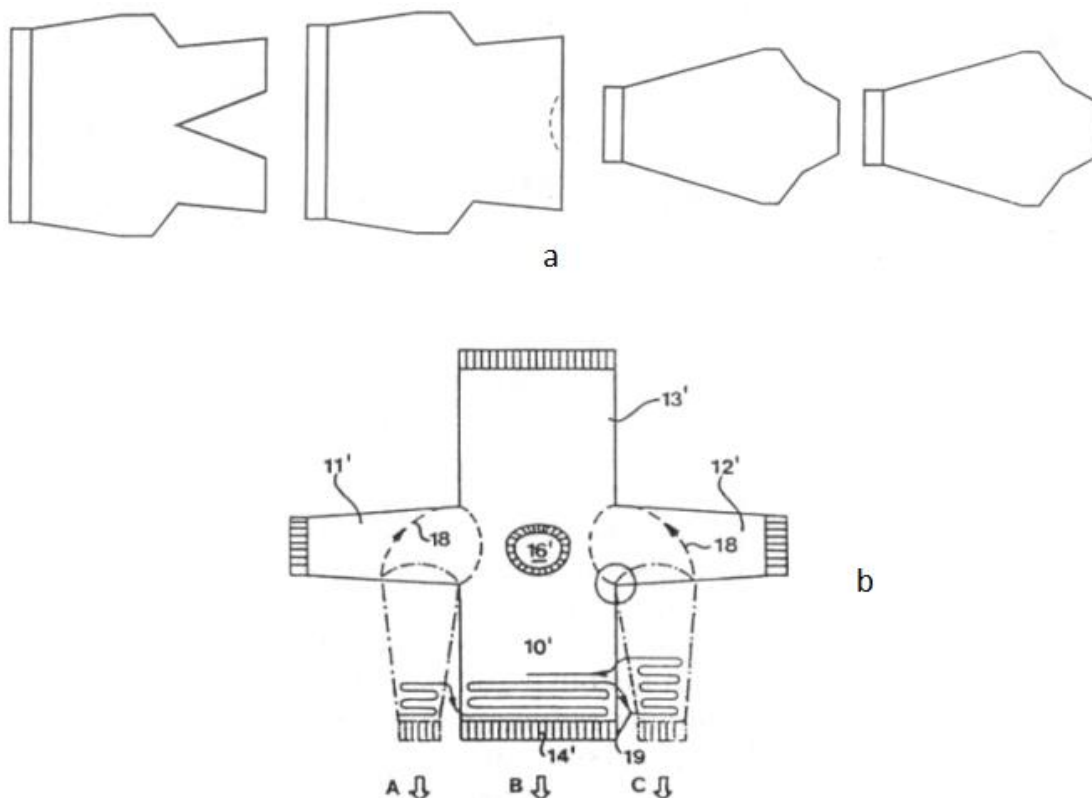
*Metražno pletivo* može se, ovisno o konstrukcijskoj izvedbi stroja, izrađivati kao ravno ili cjevasto. U klasičnim tehnološkim procesima izrade odjeće iz metražnog pletiva kroje

se dijelovi za odjevne predmete i ti dijelovi spajaju se šavom te se na taj način oblikuje odjevni predmet. Ovakav način izrade pletene odjeće sve manje se koristi, no često se koristi pri izradi pletiva namijenjenog za tehnički tekstil. Kada se ipak izrađuju odjevni predmeti od ravnog metražnog pletiva, tada se na njega polože krojne slike i prema konturama koje su u njoj nalaze vrši iskrojavanje krojnih dijelova. Iskrojani se dijelovi na rubovima spajaju šavovima i na taj se način izrađuju pleteni odjevni predmeti. Ovisno o vrsti i modelu odjevnog predmeta te obliku krojne slike, gubici kod krojenja mogu iznositi i do 30%. Veliki gubici materijala prilikom krojenja te nedovoljna čvrstoća rubova krojnih dijelova glavni su razlozi sve manjeg korištenja ovakvog načina izrade pletene odjeće [2, 7]. Na slici 5. prikazano je na primjeru muškog pulovera osnovno načelo uklapanja krojeva u krojnu sliku i položaj krojnih dijelova na metražnom pletivu.



Slika 5. Položaj krojnih dijelova muškog pulovera u krojnoj slici i gubitak materijala prilikom izrade odjeće iz metražnog pletiva [2]

*Pletenje po kroju* je metoda izrade pletiva određenih oblika, odnosno krojnih dijelova odjeće. Kod ovakvog načina izrade primjenjuje se računalni CAD i CAM sustavi, odnosno računalna izrada krojne slike te odabir i usklađivanje prepleta, a onda se odabrani način izrade izravno prenosi u sami stroj (najčešće dvoiglenični ravnopletaći stroj) koji će takvo pletivo izraditi. Upravo zbog računalne povezanosti pripreme i same izrade krojnih dijelova, kod pletenja po kroju nema potrebe za krojnicama. Velik dio zimske gornje pletene odjeće (dolčevite, veste, puloveri), suknji i hlača izrađuje se ovom metodom zbog velike uštede materijala (nema gubitaka kod iskrojavanja) i dobivanja pletiva sa čvrstim rubom [2, 7]. Na slici 6. prikazana su 2 moguća načina izrade pletiva po kroju.



Slika 6. Pletenje po kroju gdje se plete jedan za drugim komad pulovera (a) ili gdje se krojni dijelovi spajaju samo bočnim šavom dok se većina odjevnog predmeta spoji prilikom samog pletenja (b) [2]

*Izrada bešavnih odjevnih predmeta* je najsvremeniji način izrade pletene odjeće, a takvi proizvodi se uglavnom izrađuju na ravnoplećim automatima po načelu cjevastog pletenja. Ravnoplećki automati s tri, četiri i pet iglenica omogućuju znatno složeniji proces pletenja, a upravo rad više iglenica omogućuje trodimenzionalno pletenje cjelovitog odjevnog predmeta bez šava. Kod ovakve izrade odjevnih predmeta nema potrebe niti za krojnicom niti za šivaonicom, a nema gubitaka osnovnog materijala niti korištenja konca za šivanje što čini izradu bešavnih odjevnih predmeta izuzetno ekonomski isplativima (bez obzira na visoka ulaganja u vidu automata i računalne povezanosti). Za izradu kvalitetne serije bešavnih odjevnih predmeta mora se koristiti kvalitetna pređa i kontinuirano kontrolirati rad automata (kontrola veličina ispletenih odjevnih predmeta) jer i najmanje promjene karakteristika pređa ili strukture pletiva utječu na promjenu dimenzija odjevnog predmeta koji se plete. Ovom metodom izrađuje se razna gornja odjeća (puloveri, veste i sl.), sportska i rekreativna odjeća te donje rublje [2, 7]. Slika 7. prikazuje primjere bešavnih odjevnih predmeta.





Slika 7. Primjer bešavnih odjevnih predmeta [8, 9]

### 2.2.1. Pletiva za izradu donjeg rublja

Donje rublje čine svi odjevni predmeti koji dolaze u izravan dodir s kožom, a nalaze se ispod gornjih odjevnih predmeta. U klasično donje rublje ubrajaju se muške gaće, ženske gaćice, potkošulje, majice, grudnjaci te njima slični proizvodi. Najčešće se izrađuje iz kulirnih pletiva pletenih na kružnopletaćim strojevima, izrađenih od pamučnih pređa i/ili filamentnih pređa od umjetnih vlakana, finoće 14 do 25 tex. Takva pletiva pružaju odgovarajući opip i udobnost odjevnih predmeta, dok s druge strane imaju zadovoljavajuću čvrstoću pri uvjetima njege i uporabe. Cjevasti oblik pletiva pogodan je za izradu potkošulja i majica bez bočnih šavova, a upravo takvo pletivo izrađuje se na kružnopletaćim strojevima. Opseg cilindra kružnopletaćeg stroja može biti širine koja odgovara određenoj odjevnoj veličini ili se tim strojevima (kod većih opsega cilindara) izrađuju cjevasta pletiva iz kojih će se krojiti pojedini krojni dijelovi odjevnih predmeta. Širina izrađenog pletiva uvijek je manja od opsega cilindra, a ovisno o usklađenosti finoće pređe s finoćom stroja i prepletom, skupljanje pletiva po širini nakon skidanja sa stroja i relaksacije može iznositi 20 do 35% [2, 7].

### 2.2.2. Stabiliziranje dimenzija i oblika pletiva

Dimenzijska stabilnost je pokazatelj otpornosti tekstilnog materijala na promjene duljine, širine i debljine tijekom proizvodnje i uporabe, dok stabilnost oblika obuhvaća i trajno zadržavanje željenog izgleda nekog tekstilnog materijala (npr. trajnih nabora) [10].

Svi tekstilni materijali trebaju biti obrađeni tako da u uvjetima uporabe i njege značajnije ne mijenjaju dimenzije, odnosno da ta promjena bude u određenim granicama. Promjena dimenzija tekstilnih materijala mora se što je moguće više kontrolirati, posebno kod materijala koji se češće peru jer se najveće promjene dimenzija događaju upravo prilikom pranja i sušenja. Naravno, materijali moraju biti dimenzijski stabilni i prilikom kemijskog čišćenja (ako je preporučen takav način njege od strane proizvođača). U većini slučajeva prilikom uporabe i njege dimenzijski nestabilnih tekstilnih materijala dolazi do skupljanja materijala, a može doći i do širenja [10].

Na dimenzije i oblik pletiva, kao i način na koji se oni mijenjaju zbog utjecaja vanjskih sila i okoline, utječe cijeli niz različitih čimbenika od kojih su neki: vrsta vlakna, oblik presjeka i finoća vlakana, uvojitost pređe, djelovanje mehaničkih sila u postupcima predenja i pletenja, vrsta prepleta, gustoća pletiva, površinska masa materijala te postupci mokrog oplemenjivanja [10].

#### 2.2.2.1. Utjecaj vrste vlakana na dimenzijsku stabilnost pletiva

Za proizvodnju donjeg rublja od prirodnih vlakana najčešće se koristi pamučno pletivo. Pamuk spada u skupinu prirodnih celuloznih vlakana koje karakterizira izrazita hidrofilnost i malo područje elastičnog rastezanja niti. U vodenom mediju hidrofilna vlakna bubre zbog prodora molekula vode u intermicelarne prostore te zbog njenog kemijskog povezivanja sa slobodnim hidroksilnim skupinama koje se nalaze u strukturnim molekulama vlakana. Kod pletiva je nit pređe u očici zbog bubrenja prisiljena svoj oblik prilagoditi povećanom presjeku prilikom čega dolazi do skupljanja pletiva [10].

Sintetska vlakna mnogo su elastičnija od prirodnih celuloznih vlakana, moguće ih je termofiksirati te su manje hidrofilna (pojedina čak i hidrofobna) što ih čini dimenzijski stabilnijima u odnosu na prirodna vlakna. Zbog navedenih svojstava sintetska vlakna

često koriste u mješavinama s prirodnim vlaknima, kako bi se prirodnim vlaknima poboljšala dimenzijska stabilnost [10].

#### 2.2.2.2. Utjecaj parametara pletenja na dimenzijsku stabilnost pletiva

U proizvodnji, pređa i pletivo podvrgnuti su snažnim naprezanjima koja utječu na njihovo skupljanje. Kada se pletivo skine s pletaćeg stroja, zbog popuštanja sila koje su držale pletivo, tijekom opuštanja (relaksacije) dolazi do njegova skupljanja, odnosno do uspostavljanja ravnoteže u određenom vremenu. Uspostavljanje ravnoteže je postepeno, a njegovo trajanje ovisi o karakteristikama pređe, temperaturi i vlazi okolnog prostora te naprezanju kojem je pletivo bilo izloženo. Za dobivanje zadovoljavajuće dimenzijske stabilnosti pletiva postupak pletenja treba provoditi uz što manju napetost pređe, te uz minimalno zatezanje pletiva [10].

Relaksacija pletiva uzrokuje najveće dimenzijske promjene, no po završetku relaksacije dobije se dimenzijski stabilni materijal. Stanje rastezanja nekog pletiva u odnosu na potpuno relaksirano stanje naziva se potencijal skupljanja, a najbolje se smanjuje mokrom obradom u vodi na povišenoj temperaturi uz relativan pokret materijala, ali uz što je moguće manje istezanje. Postoji nekoliko postupaka relaksiranja pletiva (tablica 1.) no na kraju svakog od njih važno je omogućiti kondicioniranje pletiva (dovođenje u ravnotežu sa uvjetima tzv. standardne atmosfere definirane normom HRN EN ISO 139:2008/A1:2011 [11]) kako bi relaksacija bila potpuna [10].

Tablica 1. Postupci relaksacije sirovog pletiva nakon pletenja

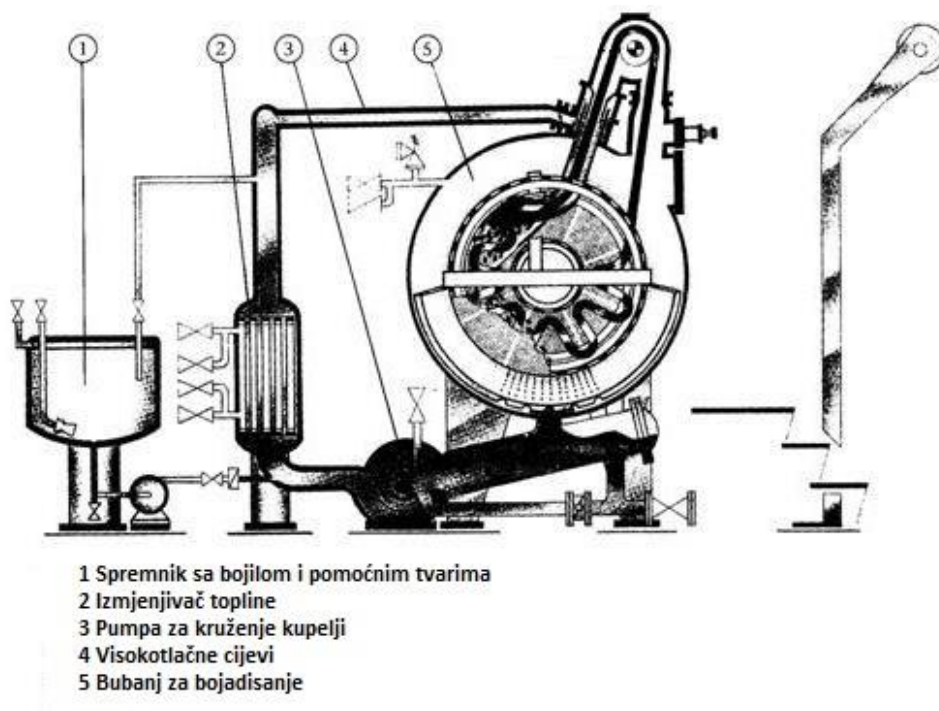
Vrsta relaksacije pletiva	Parametri relaksacije
<b>Suha statička relaksacija</b>	Kondicioniranje u prostoru standardne atmosfere ( $T = 20^{\circ}\text{C}$ , $H_R = 65\%$ ) u vremenu od 3 do 20 dana. Relaksacija je bolja ukoliko pletivo nije namotano u balu.
<b>Mokra statička relaksacija</b>	Pletivo se na 48 h uranja u vodu temperature $40^{\circ}\text{C}$ sa dodatkom 0,1% sredstva za kvašenje. Nakon 48 h pletivo se centrifugira te suši na $60^{\circ}\text{C}$ , a potom odlaže na kondicioniranje u prostor standardne atmosfere.
<b>Puna relaksacija</b>	Pranje pletiva u trajanju od 15 minuta na temperaturi od $40^{\circ}\text{C}$ (uz dodatak sredstva za pranje), centrifugiranje te sušenje u tumbleru na $70^{\circ}\text{C}$ tijekom 60 min. Nakon toga pletivo se odlaže na kondicioniranje u prostor standardne atmosfere.
<b>Potpuna relaksacija</b>	<p>1. način</p> <p>Pranje pletiva u trajanju od 20 min na temperaturi <math>40^{\circ}\text{C}</math> (uz dodatak sredstva za pranje), centrifugiranje te sušenje u tumbleru na <math>70^{\circ}\text{C}</math> tijekom 5 h. Nakon toga pletivo se odlaže na kondicioniranje u prostor standardne atmosfere.</p> <p>2. način</p> <p>Uranjanje pletiva u 12 %-tnu otopinu natrijevog hidroksida temperature <math>60^{\circ}\text{C}</math> u vremenu od 60 min. Nakon toga ispiranje centrifugiranje, sušenje te kondicioniranje pletiva u prostoru standardne atmosfere.</p>

Vrsta prepleta također je jedan značajnijih čimbenika koji utječu na skupljanje, odnosno rastezanje pletiva. Manja dužina očica daje gušće pletivo koje se može manje rastezati, kod kojega su materijali velike rastezljivosti posebno osjetljivi na sile napinjanja. Kod očica manje dužine smanjuje se uzdužno skupljanje u opuštenom stanju, ali se povećava skupljanje po širini. Kod većih očica, pletiva imaju veće skupljanje u opuštenom stanju po dužini, a manje po širini. Općenito se pletiva izrađena od finijih pređa više skupljaju od pletiva izrađenih od grubljih pređa [10].

#### 2.2.2.3. Utjecaj parametara oplemenjivanja i sušenja na dimenzijsku stabilnost pletiva

Oplemenjivanje je posljednji tehnološki postupak prije izrade odjeće te bi se stabiliziranje dimenzija trebalo provesti prije procesa mokrog oplemenjivanja (zbog maksimalne učinkovitosti relaksacije) kako bi se osigurala najbolja moguća dimenzijska stabilnost krajnjeg proizvoda. Dimenzijska stabilnost pletiva u oplemenjivanju postiže se samo ako je temperatura obrade oko  $20^{\circ}\text{C}$  viša od temperature pranja u kućanstvu [10].

Procesi oplemenjivanja tekstila provode se najčešće u vlažnom mediju pri povišenoj temperaturi, što su uvjeti koji pospješuju rastezanje pletiva. Zbog toga se pletivo mora kroz pojedine faze oplemenjivanja provoditi uz što je moguće manje istežanje i naprezanje kako se ne bi trajno deformiralo. Potrebno je primijeniti strojeve i uređaje koji omogućuju prijenos pletiva bez istežanja, međuskladištenje pletiva u naborima (na transportnim vrpčama ili kliznim kadama) između pojedinih faza oplemenjivanja, rad u što je moguće većim omjerima kupelji, nabiranje pletiva u suvišku, izbjegavanje naglih ubrzanja rada stroja te pažljivo uklanjanje vode između pojedinih faza. Najbolji rezultati oplemenjivanja postižu se korištenjem tzv. Jet uređaja (slika 8.) i uređaja sličnih konstrukcija. Kod tih se uređaja pletivo transportira pomoću potiska kupelji, odnosno kupelj nosi pletivo sa sobom kroz stroj na kojem se obrađuje. Primjenom Jet uređaja, potencijal skupljanja smanjuje se za 10 do 12 % [10].



Slika 8. Shematski prikaz Jet uređaja [12]

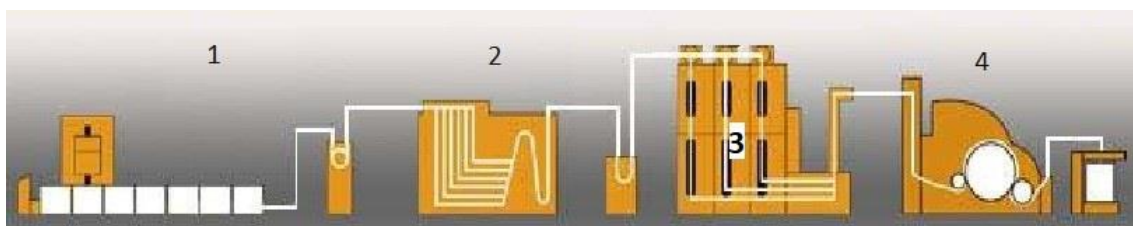
Za uklanjanje viška vode iz cjevastog pamučnog pletiva (nakon mokrog oplemenjivanja) preporuča se centrifugiranje jer bi uobičajeno cijedenje prolaskom pletiva između pritisnih valjaka moglo uzrokovati dužinsku deformaciju. Kod novijih sustava za oplemenjivanje na istom stroju može se provoditi impregnacija s kupelji i uklanjanje viška vode [10].

Nakon uklanjanja viška vode slijedi proces sušenja. Taj proces daje određene mogućnosti opuštanja pletiva čime se može postići bolja stabilizacija dimenzija, no može uzrokovati i skupljanje pletiva. Temperatura i vrijeme sušenja te količina preostale vlage na pletivu utječu na dimenzijsku stabilnost – skupljanje pletiva raste s povišenjem temperature, a najjače je kada je količina preostale vlage u samom pletivu 20 %. Ukoliko se proces sušenja odvija bez nabiranja pletiva u suvišku, u naknadnom pranju dolazi do skupljanja koje može biti veće od 15 % [10].

### 2.3. Proizvodnja predene pređe za izradu pletiva

Pređa je linearna tekstilija velike duljine sa relativno malim brojem vlasastih vlakana i/ili filamentnih niti u svom poprečnom presjeku. Filamentna pređa može, ali ne mora biti uvijena, a filamentne pređe mogu se teksturirati. Vlasasta vlakna koja se koriste za pređenje podijeljena su u dvije skupine s obzirom na svoju duljinu, a prema njima su i usavršena dva načina izrade pređe. Prvu skupinu čine pamučna i vlakna pamučnog tipa, odnosno vlakna kratkog vlaska duljine 20 do 60 mm, a drugu skupinu čine vunena i vlakna vunenog tipa tj. vlakna dugog vlaska duljine 60 do 180 mm. Iako su procesi za izradu pređa od navedenih vrsta vlakana kompleksni i međusobno se razlikuju, može se ugrubo reći da se cijeli postupak sastoji od sljedećih pojedinačnih faza:

1. Otvaranje, čišćenje i miješanje,
2. Grebenanje,
3. Priprema za češljanje i češljanje,
4. Istezanje,
5. Predpređenje,
6. Pređenje,
7. Prematanje i
8. Končanje [13].



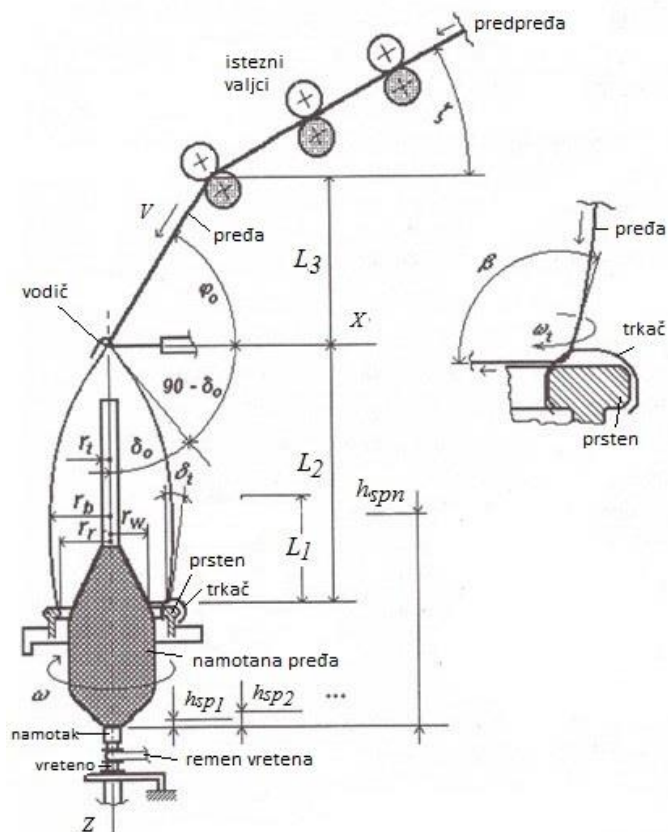
Slika 9. Shematski prikaz pojedinih faza proizvodnje pređe iz vlakana kratkog vlaska:  
1 – otvarač bala, 2 – komora za miješanje, 3 – snabdjevač grebenaljke, 4 – grebenaljka [14]

Slika 9. prikazuje proizvodnju svih vrsta pređa iz vlakana kratkog vlaska. Ovisno o vrsti vlakana, željenoj pređi i odabranom načinu pređenja, proizvodnja pređe razlikovati će se i neće nužno sadržavati sve prethodno navedene faze (1. do 8.). No, bez obzira na točan redoslijed pojedinih faza, sve one koje prethode pređenju služe za postupno otvaranje vlakana (njihovo odvajanje iz snopića dok se ne dobiju pojedinačna vlakna), čišćenje (odstranjivanje nečistoća i prekratkih vlakana) i miješanje (međusobno miješanje vlakana iz više bala kako bi se dobio jednolik proizvod). Takvom postupnom preradom u svakoj fazi dobije se poluproizvod (pramen, koprena, predpređa) sve veće finoće, a sve manjeg broja vlakana u poprečnom presjeku. Gotova pređa može se dalje doradivati, a neki od postupaka dorade su smuđenje (odstranjivanje stršćih vlakana sa površine pređe prolaskom pređe preko plamena), bijeljenje, bojadisanje i slično [13].

U sljedećim poglavljima pobliže će se objasniti oni postupci pređenja kojim su izrađene pređe za pletiva ispitivana u ovom radu.

### 2.3.1. Prstenasto pređenje

Prstenasta pređa je čvrsta i uvijena pređa u čijoj strukturi vlakna imaju dobru orijentaciju. Uvijenost pređe raste od središta prema površini gdje su vlakna najviše uvijena. Minimalan broj vlakana u poprečnom presjeku prstenaste pređe je od 50 do 75. Prstenasta pređa koristi se za izradu plošnih proizvoda za odijevanje, posteljnog rublja, pređa za šivanje u konfekciji, u industriji obuće itd., a raznovrsnost njene upotrebe moguća je jer se proizvodi u rasponu finoća od 7,5 do 500 tex [13].



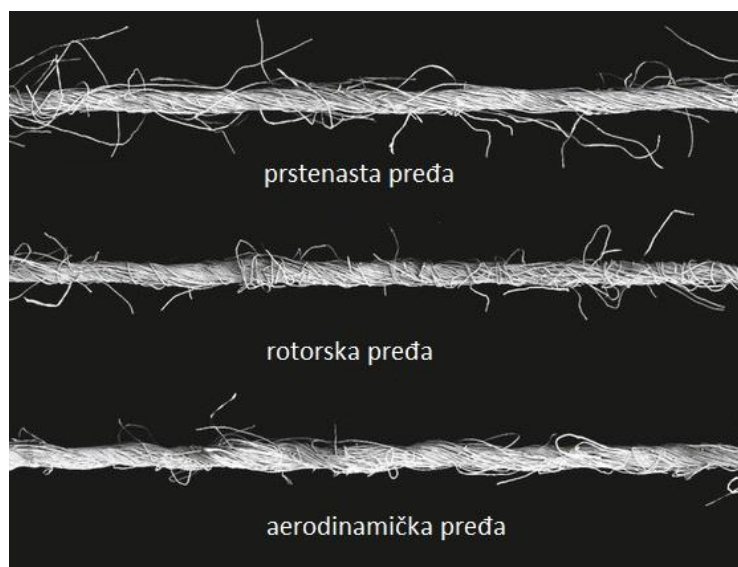
Slika 10. Shematski prikaz prstenaste predilice i pređenja pređe pomoću iste [15]

Na slici 10. shematski je prikazan postupak prstenastog pređenja. Predpređa se sa namotka uvodi u istezni uređaj gdje se pomoću valjaka vrši njeno istežanje. Nakon izlaska iz isteznog uređaja, pređa prolazi kroz vodič koji ju uvodi na trkač same prstenaste predilice. Okretanjem vretena pomoću vretenske trake dolazi do kretanja trkača po prstenu prilikom čega zbog njegove rotacije dolazi do uvijanja pređe, čime sama pređa postaje čvršća. Jedan okretaj trkača rezultira jednim uvojem pređe. Samo namatanje pređe na predionički namotak događa se zbog zaostajanja trkača za vretenom uslijed visoke sile trenja između metalnih dijelova (trkača i prstena) i sile otpora zraka koja djeluje na trkač i predionički namotak. Tijekom cijelog procesa prstenastog pređenja vlakna u predpređi i pređi su izravnata i u međusobno paralelnom položaju. Krajnji broj uvoja pređe ovisi o vrsti vlakana iz koje se izrađuje, željenoj finoći pređe i njezinoj namjeni [13, 15, 16].



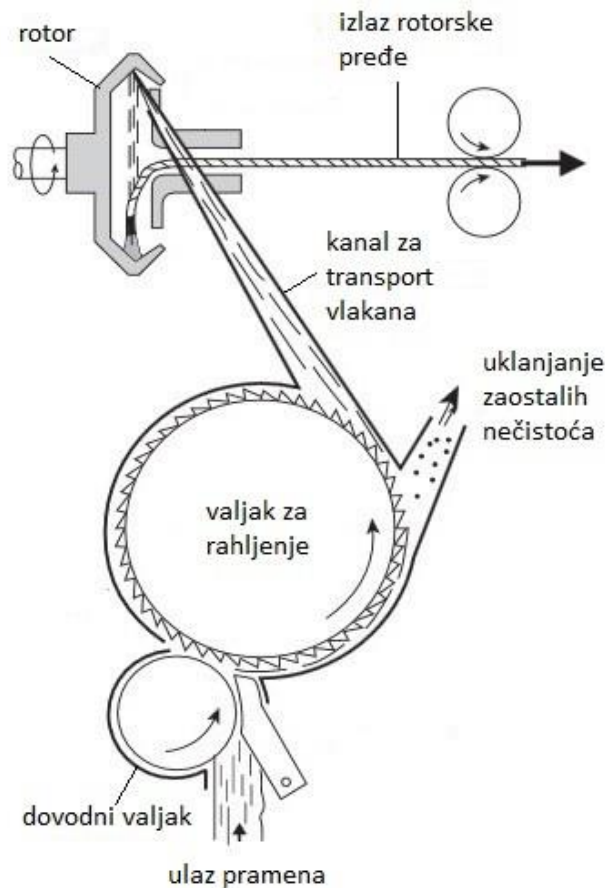
### 2.3.2. Rotorsko pređenje

Rotorska pređa u odnosu na prstenastu ima manju čvrstoću i krutost, no također je uvijena. Uvijenost rotorske pređe najveća je u središtu pređe, a smanjuje se prema njenoj površini. Minimalan broj vlakana u poprečnom presjeku rotorske pređe kreće se između 90 i 110. Postupak proizvodnje rotorske pređe je u odnosu na postupak prstenastog pređenja kraći za dvije faze – fazu predpređenja i fazu prematanja. Zbog kraćeg postupka proizvodnje, rotorske predilice imaju višestruko bolji učinak proizvodnje pređe u odnosu na prstenaste predilice [13]. Na slici 11. nalazi se usporedba izgleda pređa proizvedenih različitim postupcima pređenja.



Slika 11. Usporedba izgleda pređa proizvedenih prstenastim, rotorskim i aerodinamičkim pređenjem [13]

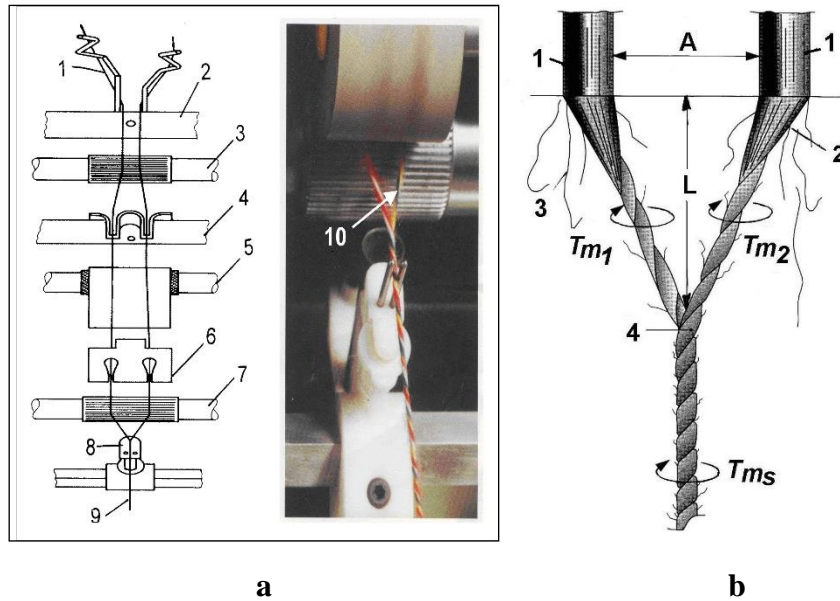
Postupak rotorskog pređenja shematski je prikazan na slici 12. Pramen sa prethodne faze istezanja ulazi u rotorsku predilicu te se dovodi do tzv. valjka za rahljenje koji otvara pramen do pojedinačnih vlakana te uklanja zaostale nečistoće. Pojedinačna vlakna silaze s valjka zbog djelovanja podtlaka u odvodnom kanalu valjka, odnosno dovodnom kanalu rotora (transportni kanal) kroz kojeg se dovode i tangencijalno ubacuju u rotor. U rotoru se (zbog djelovanja centrifugalne sile uzrokovane kretanjem rotora brzinom i do 150 000 okr/min) vlakna skupljaju u snop i vrtnjom po stjenkama rotora međusobno uvijaju čime dolazi do formiranja pređe. Nastala pređa se odvodnim valjcima do valjaka za namatanje pomoću kojih se namata na križni namotak [13, 16].



Slika 12. Shematski prikaz rotorske predilice i pređenja prede pomoću iste [15]

### 2.3.3. Pređenje SiroSpun® postupkom

SiroSpun® je postupak pređenja koji omogućava proizvodnju končane prede na prstenastoj predilici bez zasebnih faza dubliranja i uvijanja pojedinih niti [17, 18]. Pređu dobivenu ovakvim pređenjem (dalje u tekstu siro pređa) zbog specifične strukture nije moguće torziometrom odviti do pojedinačnih niti. Proizvodnja siro prede rijetko se koristi za pređenje pređa od vlakana kratkog vlaska (pamučna i vlakna pamučnog tipa) jer zbog specifičnosti pređenja dolazi do velikog broja stršećih vlaknaca čiji se broj povećava što su upotrebljavana vlakna kraća. Međutim, uspješno se koristi za pređenje pređa od vlakana dugog vlaska (vune i vlakna vunenog tipa). Siro pređa u odnosu na jednonitne predene prede ima veću čvrstoću (lakša daljnja prerada i proizvodnja plošnih proizvoda) te manje zadebljanja, tanjih mjesta i čvorića [17, 18].



Slika 13. Shematski prikaz SiroSpun® pređenja: **a)** 1, 4, 6 - vodilice predpređa; 2 – propusna poluga; 3, 5, 7 – istežni valjci; 8 – viličasta vodilica za končanje pređe; 9 – končana pređa; 10 – trokut uvijanja; **b)** 1 – predpređa; 2 – trokut pređenja; A – širina trokuta uvijanja; L – duljina trokuta uvijanja; 3 – stršeća vlakanca;  $T_{m1}$  i  $T_{m2}$  – uvijanje pojedinih niti;  $T_{ms}$  – uvijanje dvonitne končane pređe [17]

Na slici 13. shematski je prikazan postupak SiroSpun® pređenja. Pomoću vodilica, dvije predpređe uvode se u jedan istežni uređaj. Prolazeći između istežnih valjaka, pojedina predpređa dovodi se na vlastito vreteno. Svaka od stanjenih (istegnutih) niti predpređe na izlazu iz prednjih istežnih valjaka dobiva uvoje pomoću prstenaste predilice (mehanizam prsten – trkač – vreteno). Istodobno, obje stanjene i zasebno uvijene niti jednostruke pređe se tada međusobno isprepliću i uvijaju u trokutu uvijanja. Kao posljedica istovremenog odvijanja mnogih koraka koji inače zahtijevaju posebne faze, ovim postupkom se izravno formira končana, odnosno siro pređa [17, 18].

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Temeljni pristup istraživanju

Kako bi se moglo koristiti za izradu donjeg rublja, pletivo mora zadovoljavati visoke zahtjeve na uporabna svojstva, posebno zbog činjenice što je riječ o odjevnim predmetima koji su u izravnom dodiru s kožom. Važno je i odabrati odgovarajuću pređu i preplet u kojem će se pletivo izraditi te postupak pletenja i oplemenjivanja pletiva. Razlike u sirovinskom sastavu i strukturi pređe uvjetovane postupkom pređenja izravno utječu na krajnja svojstva gotovog proizvoda. Mogućnost međusobnog usklađivanja i uspoređivanja svojstava različitih pređa i pletiva stoga je neophodno. Zbog činjenice da postoji mali broj europskih normi koje definiraju ispitivanje i karakterizaciju pletiva, potrebno je proširiti istraživanja i razvijati metode vrjednovanja njihove kvalitete i uporabnih svojstava. Stoga je cilj ovog rada:

- ispitati i usporediti uporabna svojstva kulirnih pamučnih i viskoznih cjevastih pletiva u desno-desnom prepletu izrađenih od pređa proizvedenih različitim postupcima pređenja,
- primjenom razrađene metodike vrjednovanja kvalitete prema normiranim metodama utvrditi im plošnu masu, debljinu i gustoću; ispitati otpornost na habanje metodom prohabavanja; ispitati sklonost površinskom pilingu nakon 125, 500, 1000, 2000, 5000 i 7000 habajućih ciklusa; ispitati dimenzijsku stabilnost i sklonost spiralnosti pletiva nakon jednog ciklusa pranja i sušenja,
- te uz poseban doprinos radu uhodati metodu za ispitivanje sklonosti spiralnoj deformabilnosti pletiva po provedenom postupku njege.

### 3.2. Primijenjeni materijali

U radu su ispitivani uzorci cjevastih kulirnih desno-desnih (1x1) pletiva namijenjenih izradi donjeg rublja, izrađeni iz pređa jednake finoće od 20 tex: jednonitne pamučne dobivene postupkom prstenastog pređenja, te viskoznih dobivenih postupkom prstenastog, rotorskog i SiroSpun® pređenja od vlasastih viskoznih vlakana prosječne finoće 1,3 dtex-a i duljine 38 mm. Uzorci pletiva izrađeni su u laboratoriju Zavoda za projektiranje i menadžment tekstila Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta. Pletiva su izrađena na kružnopletaćem dvoigleničnom stroju koji je namijenjen za izradu glatkog kulirnog desno-desnog pletiva koje će se dalje koristiti za izradu donjeg rublja. Stroj ima finoću E17, promjer cilindra 200 mm te 432 igle po iglenici (432x2), a plete sa osam pletaćih sustava zbog čega je od svake pređe bilo potrebno pripremiti po osam namotaka jer se jednom pletaćem sustavu dovodi pređa s jednog namotka. Vlačna sila dopremanja pređe pletaćem sustavu u prosjeku je iznosila  $3 \pm 1$  cN. Izrađeno je po 50 m svakog uzorka pletiva. Povlačenje pletiva provedeno je parom valjaka koji se nalaze 700 mm udaljeni od zone pletenja, a ispod povlačnih valjaka pletivo je odlagano u korito. Za ispitivanje je pripremljeno ukupno osam uzoraka (četiri para) od kojih je polovica ispitivana u sirovom stanju, a druga polovica je oplemenjena odn. dorađena (bojadisana ili bijeljena) u realnim proizvodnim uvjetima. U tablici 2. nalazi se opis ispitivanih pletiva uz pripadajuće oznake koje će se dalje koristiti u ovom radu.

Tablica 2. Popis i opis uzoraka ispitivanih kulirnih cjevastih pletiva u desno-desnom prepletu (1x1) sa pripadajućim oznakama

Oznaka uzorka pletiva	Opis uzorka pletiva
PAM – SIR – P	Sirovo pamučno pletivo izrađeno iz prstenaste pređe
PAM – DOR – P	Dorađeno (bojadisano) pamučno pletivo izrađeno iz prstenaste pređe
CV – SIR – P	Sirovo viskozno pletivo izrađeno iz prstenaste pređe
CV – DOR – P	Dorađeno (bijeljeno) viskozno pletivo izrađeno iz prstenaste pređe
CV – SIR – R	Sirovo viskozno pletivo izrađeno iz rotorske pređe
CV – DOR – R	Dorađeno (bojadisano) viskozno pletivo izrađeno iz rotorske pređe
CV – SIR – S	Sirovo viskozno pletivo izrađeno iz siro pređe
CV – DOR – S	Dorađeno (bojadisano) viskozno pletivo izrađeno iz siro pređe

### 3.3. Metode ispitivanja

Svi uzorci pletiva su odmotani sa svitka i u položenom stanju na stolu kondicionirani u prostoru standardne atmosfere ( $T, 20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  ;  $Hr = 65\% \pm 4\%$ ) minimalno 24 h prije pripreve epruveta za ispitivanje prema zahtjevima norme HRN EN ISO 139:2008/A1:2011 [11].

#### 3.3.1. Ispitivanje temeljnih karakteristika pletiva

Utvrđena je plošna masa, debljina te gustoća pletiva (odn. broj nizova i redova očica po jediničnoj duljini) prema odgovarajućim normama.

##### a) PLOŠNA MASA

Prema normi HRN ISO 3801:2003 [19], plošna masa definirana je kao masa četvornog metra plošnog tekstila izražena u gramima. Plošna masa ima oznaku  $m_A$ , a njena vrijednost iskazuje se mjernom jedinicom  $\text{g/m}^2$ . Računa se prema izrazu 1:

$$m_A = m_k \cdot 100 \text{ [g/m}^2\text{]} \quad (1)$$

gdje su:

$m_A$  – plošna masa ispitivanog materijala [ $\text{g/m}^2$ ]

$m_k$  – masa kondicionirane epruvete površine  $100\text{ cm}^2$  [g]

U uvjetima standardne atmosfere za ispitivanje (dalje u tekstu SAI) definiranih normom HRN EN ISO 139:2008/A1:2011 [11], iz svakog kondicioniranog uzorka pletiva pomoću kartonske šablone odgovarajućeg promjera napravljene su epruvete za ispitivanje plošne mase površine  $100\text{ cm}^2$ . Kružni rezač nije bilo moguće primijeniti zbog osjetljivosti i oštećenja pletiva prilikom njegova korištenja. Uzorak pletiva se prvo izrezao po dužini kako bi se iz cjevastog dobilo pletivo u raširenom stanju. Potom se na neoštećenom i nezgužvanom dijelu pletiva izradila epruveta odgovarajućih dimenzija. S obzirom da su uzorci već prethodno bili kondicionirani te je samo ispitivanje provedeno u uvjetima SAI,

pripravljene epruvete odmah su se vagale na analitičkoj vazi (slika 14.) preciznosti mjerenja 0,0001 g.



Slika 14. Analitička vaga [20]

#### b) DEBLJINA PLOŠNOG PROIZVODA

Prema normi HRN EN ISO 5084:2003 [21] debljina plošnog proizvoda definirana je kao razmak između dvije ravne metalne paralelne ploče koje su međusobno razdvojene tkaninom (u našem slučaju pletivom) koja se nalazi pod određenim pritiskom. Debljina se iskazuje u mm, a mjeri pomoću tzv. debljinomjera (slika 15.) koji mora osigurati preciznost rezultata od 0,01 mm.



Slika 15. Debljinomjer primijenjen za utvrđivanje debljine uzoraka

Ispitivanje je provedeno na kondicioniranim uzorcima u uvjetima SAI i to tako da je svaki uzorak pletiva ( duljine 1 m) najprije iz cjevastog rašiven i položen na stol u raširenom stanju. Mjerenje je provedeno 10 puta na različitim dijelovima uzorka, a važno je bilo da dio koji se nalazio između pritiskivača i podloge nije bio zgužvan. Promjer pritiskivača debljinomjera bio je 50 mm, a pritisak kojim se tijekom mjerenja djelovalo na pletiva iznosio je 1 kPa.

### c) GUSTOĆA PLETIVA

Gustoća pletiva se prema normi HRN EN 14971:2008 [22] definira kao broj nizova i redova očica na duljini od 1 cm, a utvrđuje se izbrojavanjem. Mjerenje je provedeno na kondicioniranim uzorcima u uvjetima SAI pomoću tekstilne lupe (slika 16.) veličine 1x1 cm tako da se zasebno prebrojavao broj nizova očica/cm i broj redova očica/cm. Valja napomenuti da se kod kulirnih pletiva u desno-desnom prepletu „na licu“ pletiva broje nizovi naizmjeničnih lijevih i desnih očica/cm.



Slika 16. Tekstilna lupa [23]

### 3.3.2. Ispitivanje otpornosti na habanje

Ispitivanje otpornosti pletiva na habanje utvrđeno je prema normi HRN EN ISO 12947-2:2017 [24] primjenom habalice prema Martindale-u (slika 17.) do pojave prekida niti pletiva ili pojave rupice – tzv. prohabavanja. Ispitivanje je provedeno habanjem kondicioniranog pletiva o habajuće sredstvo (standardnu vunenu tkaninu) u uvjetima SAI.





Slika 17. Habalica prema Martindale-u primijenjena za ispitivanje otpornosti na habanje i sklonosti nastanka površinskog pilinga pletiva [25]

Standardna vunena tkanina izrezana je pomoću kružnog rezača promjera 140 mm, a epruvete (po dvije od svakog uzorka pletiva) i spužva za habajuću glavu su zbog osjetljivosti i sklonosti pletiva rubnom oštećenju izrezana škarama po iscertavanju pomoću kružnog kartonskog predloška promjera 38 mm. Na podlogu radnog mjesta postavljen je filc promjera 140 mm (slika 18.) i standardna vunena tkanina (licem prema "van") prethodno navedenih dimenzija, a na habajuću glavu redom je postavljena epruveta za ispitivanje (licem prema "van"), spužva i metalni držač te je potom učvršćena nosačem. Nakon što su uzorci postavljeni na odgovarajuća radna mjesta, na habajuću glavu postavljen je i uteg od 9 kPa. Na uređaju je podešen odgovarajući program, a pri radu je praćen njegov ispravan rad praćenjem iscertavanja Lissajous-ove krivulje na kontrolnom dijelu uređaja (slika 21.).



Slika 18. Filc primijenjen kod ispitivanja otpornosti na habanje

Nakon određenog broja habajućih ciklusa provedena je provjera uzoraka, pri čemu je utvrđeno je li došlo do prekida niti u strukturi pletiva (prohabavanja) ili ne. Pri tome je

primijenjeno povećalo. Normirani intervali provjere navedeni su u tablici 3., no na temelju preliminarnih ispitivanja intervali provjere koji su povedeni tijekom ispitivanja su bili:

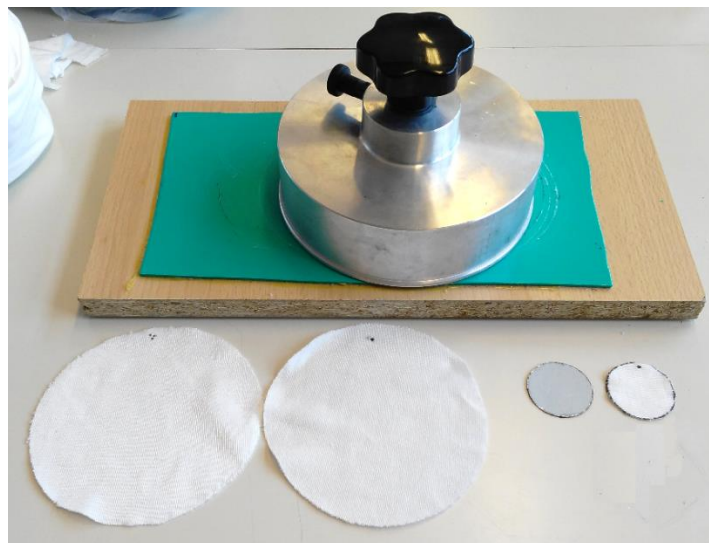
- I. Do 20 000 habajućih ciklusa – provjera nakon svakih 10 000 habajućih ciklusa
- II. Više od 20 000 habajućih ciklusa – provjera nakon svakih 5 000 habajućih ciklusa

Tablica 3. Utvrđeni broj habajućih ciklusa do prekida i intervali provjere uzoraka [24]

Seriya	Broj ciklus do prekida	Interval provjere
a	$\leq 6\ 000$	Svakih 1 000 hab. cik.
b	$> 6\ 000 \leq 20\ 000$	Svakih 2 000 hab. cik.
c	$> 20\ 000 \leq 40\ 000$	Svakih 5 000 hab. cik.
d	$> 40\ 000$	Svakih 10 000 hab. cik.

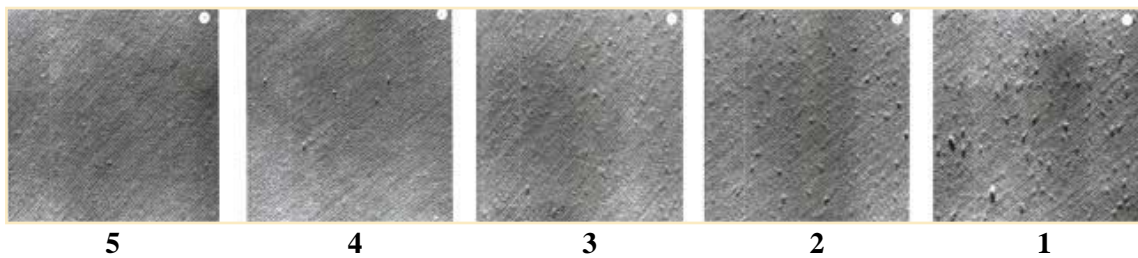
### 3.3.3. Ispitivanje sklonosti stvaranju površinskog pilinga

Skлонost površinskom stvaranju dlačica i pilingu ispitivana je prema preinačenoj metodi po Martindale-u definiranoj normom HRN EN ISO 12945-2:2003 [26]. Ispitivanje je provedeno međusobnim habanjem kondicioniranih uzoraka pletiva (pletivo o pletivo) u uvjetima SAI, pri čemu se na svakom radnom mjestu uređaja (i na radnoj podlozi i na habajućoj glavi) nalazio istovrsni uzorak pletiva. Pomoću kružnog rezača odgovarajućih dimenzija je od svakog uzorka pletiva izrezan par epruveta promjera 140 mm (slika 19.).



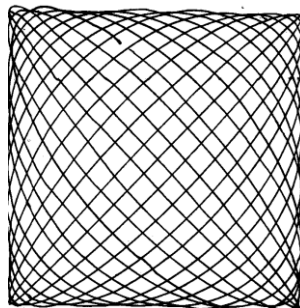
Slika 19. Priprema uzoraka za ispitivanje otpornosti na habanje i sklonost pilingu

Na svako radno mjesto je postavljen filc istog promjera kao i uzorak pletiva, a na habajuću glavu postavljen je filc promjera 90 mm između ispitne epruvete i nosača glave. Ispitno pletivo je postavljeno na podlogu i habajuću glavu radnog mjesta instrumenta tako da su licem bile okrenute prema "van", odnosno tako da su međusobno dolazile u dodir prilikom rada uređaja. Epruveta na radnoj podlozi je učvršćena metalnim prstenom, a na habajućoj glavi pomoću gumice odgovarajuće dimenzije te je još dodatno opterećena prstenastim utegom od ca. 415 g. Nakon postavljanja i učvršćivanja epruveta na odgovarajuće radno mjesto, namješten je program rada uređaja (definirani broj habajućih ciklusa) te je provedeno ocjenjivanje ispitnih epruveta na habajućoj glavi nakon svakog definiranog broja habajućih ciklusa (125, 500, 1000, 2000, 5000, 7000). Dana je ocjena izgleda uzoraka u usporedbi s početnim uzorkom u skladu s odgovarajućim etalonima. Ocjene su od 1 (vrlo jaki piling) do 5 (nema pilinga), a usporedni etaloni prikazani su na slici 20. Moguće su i prijelazne ocjene npr. 3/4. Ocjena uzoraka se provodi pod standardnim svjetlom uz udaljenost promatrača (30 - 50 cm) od vertikalno postavljenog uzorka.



Slika 20. 2D etaloni sa pripadajućim ocjenama (1 do 5) za ocjenu sklonosti pilingu

Ispravnost rada uređaja provjerena je praćenjem iscrtane Lissajous-ove krivulje na kontrolnom dijelu uređaja (slika 21) [26].



Slika 21. Shematski prikaz iscrtane Lissajous-ove krivulje [26]

### 3.3.4. Ispitivanje dimenzijske stabilnosti nakon pranja i sušenja

Postojanost dimenzija se prema normi HRN EN ISO 5077:2008 [27] ocjenjuje utvrđivanjem skupljanja ili širenja opranog i osušenog uzorka, a izrada i označivanje ispitnih uzoraka definirano je normom HRN EN ISO 3759:2011 [28]. Norma definira izradu ispitnih epruveta dimenzija 500 mm x 500 mm, no zbog nedostatne širine uzoraka pletiva koji su ispitani u ovom radu, dimenzije epruveta su modificirane kako bi se ispitivanje moglo provesti ispravno, ali u okviru dostupnih mogućnosti. Iako norma HRN EN ISO 3759:2011 [28] preporuča ispitivanje i pripremu epruveta iz nerazrezanog pletiva, u radu je i zbog specifičnosti iskrojavanja rublja i naknadne njege gotovih proizvoda ispitana dimenzijska stabilnost uzoraka pletiva u raširenom i cjevastom obliku, a samo uzorkovanje provedeno je na kondicioniranim epruvetama u uvjetima SAI.

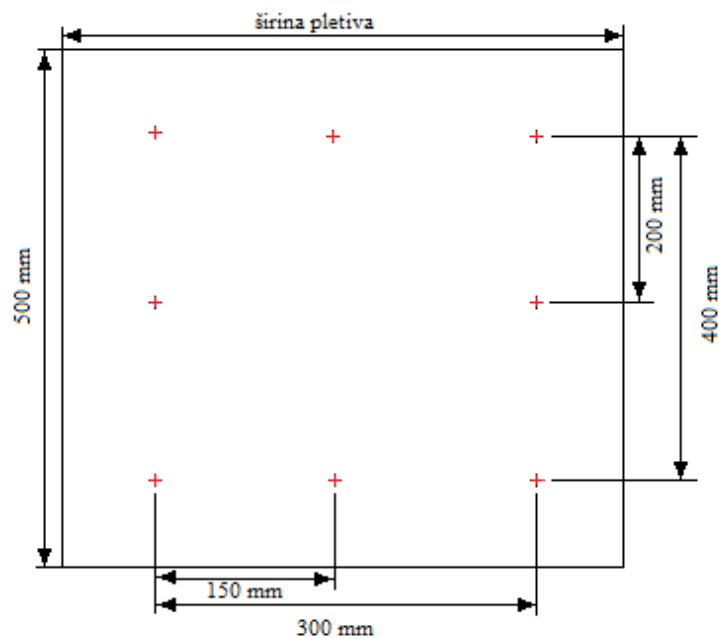
Iz raširenih uzoraka pletiva izrađene su epruvete (po jedna iz svakog uzorka pletiva) duljine 500 mm, dok je širina odgovarala samoj širini pletiva koja je uvijek je bila manja od 500 mm. Širine uzoraka pletiva prikazane su u tablici 4.

Tablica 4. Širina uzoraka cjevastog i raširenog pletiva

Uzorak	Širina cjevastog pletiva [mm]	Širina raširenog pletiva [mm]
<b>PAM – SIR – P</b>	195	380
<b>PAM – DOR – P</b>	200	400
<b>CV – SIR – P</b>	180	365
<b>CV – DOR – P</b>	225	450
<b>CV – SIR – R</b>	230	470
<b>CV – DOR – R</b>	215	430
<b>CV – SIR – S</b>	190	380
<b>CV – DOR – S</b>	230	460

Nakon izrezivanja, epruvete uzoraka u raširenom stanju ostavljene su 24 h da se relaksiraju u uvjetima SAI. Nakon tog perioda, ponovnim mjerenjem duljine pletiva uočeno je da je na gotovo svim epruvetama došlo do njihovog smanjenja u rasponu od 5 do 20 mm u oba smjera. Iako zbog toga početna duljina epruveta nije bila točno 500, to nije predstavljalo prepreku zbog načina na koji su označene. Epruvete su označene na sljedeći način: po 3 para točaka (oznaka) u smjeru duljine pletiva tako da je udaljenosti između krajnjih točaka bila 400 mm, a točka između njih nalazila se na sredini te

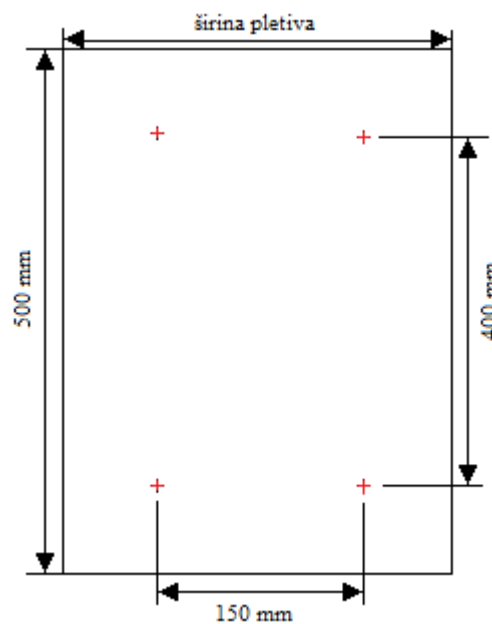
udaljenosti (na udaljenosti od 200 mm od svake točke) te po 3 para točaka u smjeru širine pletiva tako da je udaljenost između krajnjih točaka bila 300 mm, a točka između njih nalazila se na sredini te udaljenosti (na udaljenosti od 150 mm od svake točke) [28]. Slika 22. prikazuje shematski prikaz označivanja ispitnih uzoraka. Svaka označena točka je prošivena kako ne bi došlo do ispiranja oznake tijekom pranja. Proveden je jedan ciklus pranja i sušenja prema zahtjevima norme HRN EN ISO 6330:2012 [29]. Uzorci su oprani u standardnoj perilici rublja (VASCATOR Electrolux) primjenom 20 g standardnog deterdženta (referentni deterdžent A, ECE bez fosfata, prema normi: standardni deterdžent 3) pri standardnim uvjetima pranja (program 4N: normalna mehanika pranja, vrijeme pranja od 15 min uz četiri ispiranja,  $T = 40^{\circ}\text{C}$ ) uz pamučni balast (tip 1). Ukupna masa pranog rublja iznosila je oko 2 kg. Sušenje ispitnih uzoraka je provedeno na zraku u položenom stanju (postupak C) [29]., nakon čega je prije ponovne izmjere dimenzija provedeno kondicioniranje u uvjetima SAI.



Slika 22. Shematski prikaz označivanja epruveta za dimenzijsku stabilnost kod raširenih pletiva

Iz cjevastih uzoraka pletiva izrađene su epruvete duljine 520 mm (zbog skupljanja po duljini uočenog pri izradi epruveta iz pletiva u raširenom obliku) kako bi nakon relaksacije u SAI njihova duljina bila približno 500 mm, a širina je odgovarala širini pletiva. Epruvete su označene na sljedeći način: 2 para točaka (oznaka) u smjeru duljine pletiva tako da je udaljenosti između njih bila 400 mm, te 2 para točaka u smjeru širine pletiva tako da je udaljenost između njih bila 150 mm (slika 23.) [28]. Proveden je jedan

ciklus pranja i sušenja prema zahtjevima norme HRN EN ISO 6330:2012 [29]. Uzorci su oprani u standardnoj perilici rublja (VASCATOR Electrolux) primjenom 20 g standardnog deterdženta (referentni deterdžent A, ECE bez fosfata, prema normi: standardni deterdžent 3) pri standardnim uvjetima pranja (program 3M: blaga mehanika pranja, vrijeme pranja od 15 min uz tri ispiranja,  $T = 30^{\circ}\text{C}$ ) uz pamučni balast (tip 1). Ukupna masa pranog rublja iznosila je oko 2 kg. Sušenje ispitnih uzoraka je provedeno na zraku u položenom stanju (postupak C) [29], nakon čega je prije ponovne izmjere dimenzija provedeno kondicioniranje u uvjetima SAI.



Slika 23. Shematski prikaz označivanja epruveta za dimenzijsku stabilnost kod cjevastih pletiva

Promjena dimenzija iskazana je kao prosječna vrijednost izmjera zasebno za smjer duljine i širine, a pomoću izraza 2:

$$DP_{d,\check{s}} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100 \quad [\%] \quad (2)$$

gdje su:

$DP_{d,\check{s}}$  – dimenzijska promjena u smjeru duljine/širine [%]

$l_0$  – početna duljina/širina između para oznaka [mm]

$l_1$  – duljina/širina između para oznaka nakon provedenog pranja i sušenja [mm]

Rezultat negativnog predznaka nam ukazuje na to da se tekstilni proizvod skuplja, dok onaj pozitivnog predznaka da se ispitivani proizvod širi. U nekim slučajevima se događa

da se proizvod u jednom smjeru skuplja, a u drugom širi što ukazuje na deformiranje proizvoda.

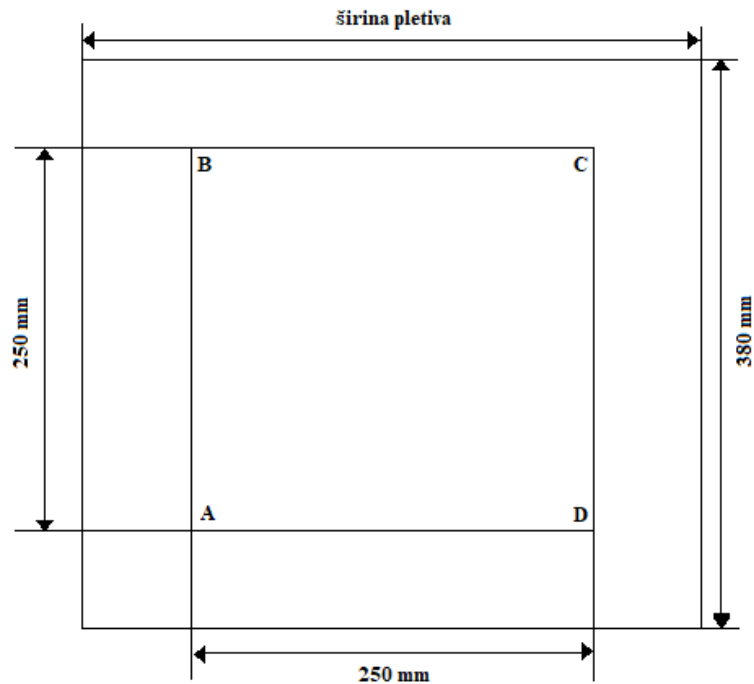
### 3.3.5. Ispitivanje sklonosti pletiva spiralnosti nakon pranja i sušenja

Prema normi ISO 16322-2:2005 [30] spiralnost pletiva odnosno spiralnu deformabilnost definiramo pojavom ukošenosti nizova očica u odnosu na rub pletiva ili pletenog odjevnog predmeta. Može se iskazati kao kut smanjenja vertikalnosti nizova ( $^{\circ}$ ), postotak promjene udaljenosti između određenih oznaka (%) ili kao promjena udaljenost između dviju oznaka (mm). Norma ISO 16322-2:2005 [30] definira tri metode ispitivanja spiralnosti pletiva, a u ovom radu primijenjene su dvije – metoda dijagonalnog označivanja i metoda obrnutog T označivanja – zbog nedostatnih dimenzija uzoraka pletiva za primjenu sve tri metode. Prilikom izrade epruveta za obje metode korišteni su uzorci pletiva u raširenom obliku.

#### I. Metoda A – Dijagonalno označivanje

Iz svakog uzorka izrađena je po jedna epruveta duljine 400 mm, a širine onolike kolika je bila širina pojedinog pletiva. Na epruveti je potom pomoću kartonskog predloška iscrtan kvadrat dimenzija 250 mm x 250 mm, a njegovi vrhovi označeni tako da je donji lijevi nosio oznaku A, a ostali redom B, C i D u smjeru gibanja kazaljke na satu [30]. Shematski prikaz označivanja i prikaz pripremljene epruvete prikazani su na slici 24.

Proveden je jedan ciklus pranja i sušenja prema zahtjevima norme HRN EN ISO 6330:2012 [29]. Uzorci su oprani u standardnoj perilici rublja (VASCATOR Electrolux) primjenom 20 g standardnog deterdženta (referentni deterdžent A, ECE bez fosfata, prema normi: standardni deterdžent 3) pri standardnim uvjetima pranja (program 3M: blaga mehanika pranja, vrijeme pranja od 15 min uz tri ispiranja,  $T = 30^{\circ}\text{C}$ ) uz pamučni balast (tip 1). Ukupna masa pranog rublja iznosila je oko 2 kg. Sušenje ispitnih uzoraka je provedeno na zraku u položenom stanju (postupak C) [29].



**a**



**b**

Slika 24. Shematski (a) i stvarni (b) prikaz označivanja epruveta za ispitivanje spiralnosti metodom A

Po završetku sušenja, uzorke je potrebno ponovno kondicionirati (min. 24 h), a rezultate je moguće dobiti ucrtavanjem i mjerenjem duljine dijagonala deformiranog kvadrata (slika 25.) primjenom sljedećeg izraza:



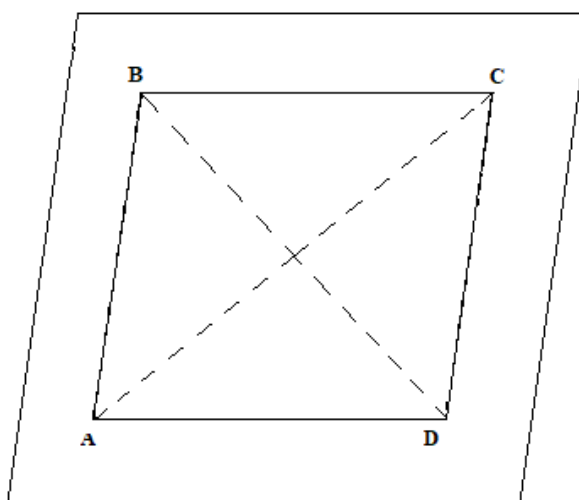
$$X = 100 \cdot \left[ 2 \cdot \frac{(AC-BD)}{(AC+BD)} \right] \quad [\%] \quad (3)$$

gdje su:

AC – dijagonalna udaljenost između vrhova A i C [mm]

BD – dijagonalna udaljenost između vrhova B i D [mm]

X – postotni udio spiralnosti [%]



Slika 25. Utvrđivanje spiralnosti pletiva nakon pranja i sušenja primjenom metode A

Moguće je primijeniti i postupak pri kojem je na opranom uzorku potrebno ucrtati okomice iz točaka B i C na donju nasuprotnu liniju kvadrata i naznačiti točke A' i D' te mjeriti udaljenosti od početnih oznaka A i D (slika 26.), a postotni udio spiralnosti iskazati primjenom sljedećeg izraza:

$$X = 100 \cdot \frac{(AA'+DD')}{(AB+CD)} \quad [\%] \quad (4)$$

gdje su:

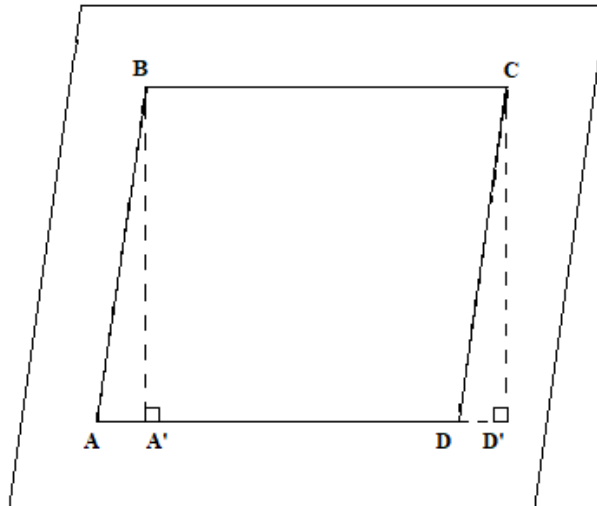
AA' – udaljenost između vrha A i novonastale oznake A' [mm]

DD' – udaljenost između vrha D i novonastale oznake D' [mm]

AB – udaljenost između vrhova A i B [mm]

CD – udaljenost između vrhova C i D [mm]

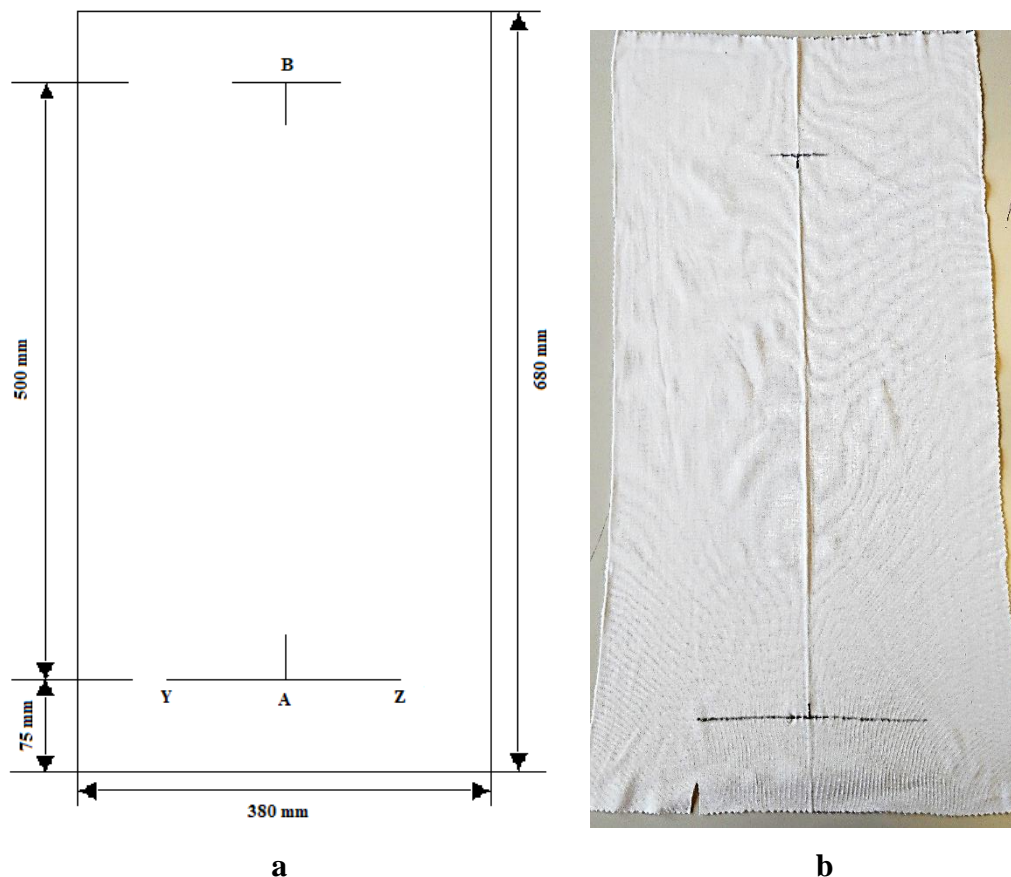
X – postotni udio spiralnosti [%]



Slika 26. Alternativni način utvrđivanja spiralnosti pletiva nakon pranja i sušenja primjenom metode A

## II. Metoda B – obrnuto T označivanje

Iz svakog uzorka priređena je jedna epruveta duljine 700 mm, a širine onolike kolika je bila širina pojedinog pletiva. Na epruveti je potom na udaljenosti 75 mm od donjeg ruba, paralelno s njim iscrtana linija duga 200 mm čiji su krajevi bili označeni oznakama Y i Z. Na polovici te linije naznačena je oznaka A kao okomica na dužinu YZ. Oznaka B je pomoću kartonskog predloška naznačena na udaljenosti od 500 mm točno iznad oznake A, te je okomito na nju povučena kratka linija (slika 27.) [30]. Pranje i sušenje je provedeno skupa s uzorcima priređenim prema metodi A na prethodno opisani način.



Slika 27. Shematski (a) i stvarni (b) prikaz označivanja epruveta za ispitivanje spiralnosti metodom B

Po sušenju, uzorci su ponovno kondicionirani (min. 24 h) te se rezultat mogao utvrditi mjerenjem udaljenosti AA' i AB (slika 28.) te primjenom sljedećeg izraza:

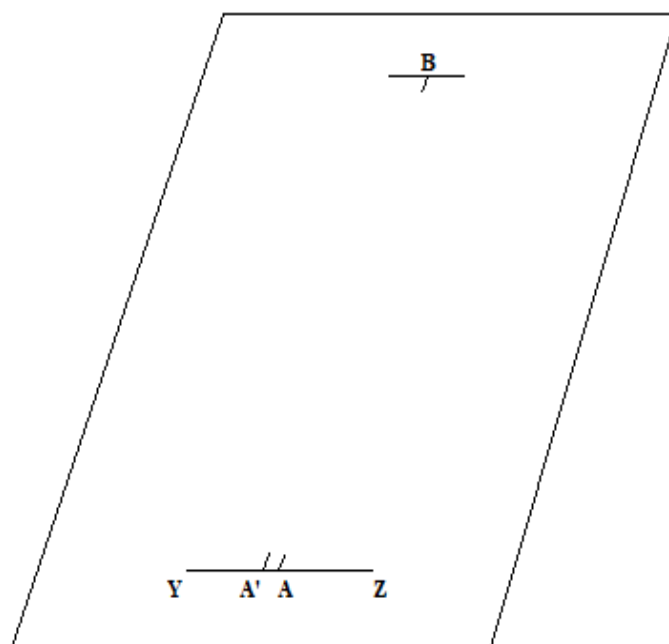
$$X = 100 \cdot \left( \frac{AA'}{AB} \right) \quad [\%] \quad (5)$$

gdje su:

AA' – udaljenost između vrha A i novonastale oznake A' [mm]

AB – udaljenost između vrhova A i B [mm]

X – udio spiralnosti [%]



Slika 28. Utvrđivanje spiralnosti pletiva nakon pranja i sušenja primjenom metode B

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

### 4.1. Temeljne karakteristike pletiva

#### a) PLOŠNA MASA

Masa kondicioniranih uzoraka pletiva ( $m_k$ ) izmjerena je pomoću analitičke vage preciznosti mjerenja 0,0001 g. Uzorci su vagani na predmetnom stakalcu koje se nalazilo na mjernom dijelu vage. Masa predmetnog stakalca nije utjecala na masu uzoraka jer je nakon svakog vaganja uzoraka vaga s predmetnim stakalcem dovedena u nulti položaj. U tablici 5. nalaze se rezultati vaganja uzoraka te odgovarajuća plošna masa ( $m_A$ ) izračunata pomoću jednadžbe (1) prikazane u poglavlju 3.3.1. ovog rada. Plošna masa izračunata je uz preciznost 1,0 g.

Tablica 5. Masa kondicioniranih uzoraka i izračunata pripadajuća plošna masa pletiva

UZORAK	$m_k$ [g]	$m_A$ [g/m <sup>2</sup> ]
PAM – SIR - P	1,6718	167
PAM – DOR - P	1,7720	177
CV – SIR - P	1,7020	170
CV – DOR - P	1,4561	146
CV – SIR - R	1,5452	155
CV – DOR - R	1,7548	175
CV – SIR - S	1,8788	188
CV – DOR - S	1,5189	152

Iz dobivenih rezultata je vidljivo da su ispitivana sirova pletiva, iako izrađena iz pređe jednake finoće, različite plošne mase. Navedeno je moguće obrazložiti i različitom širinom sirovog cjevastog pletiva (prikazanom u tablici 4.). Pritom veća širina pletiva uglavnom uvjetuje i manju plošnu masu pletiva. Tako primjerice najmanju plošnu masu od 155 g/m<sup>2</sup> pokazuje sirovo pletivo CV – SIR - R pleteno iz viskozne pređe dobivene rotorskim postupkom širine 230 mm, dok sirova pletiva iz prstenaste i siro pređe pokazuju veću plošnu masu (170 i 188 g/m<sup>2</sup>) uz manju širinu pletiva (180 i 190 mm). Po provedenom oplemenjivanju dolazi do dimenzijskih promjena pletiva – promjene širine (vidljivih u tablici 4.), ali i gustoće pletiva (tablica 7.) koje uvjetuju i promjenu plošne

mase pletiva. Pritom širenje doradenih uzoraka viskoznog pletiva u smjeru širine uvjetuje smanjenje plošne mase (CV-DOR-P i CV-DOR-S), dok skupljanje pletiva u smjeru širine utječe na povećanje plošne mase (CV-DOR-R) u odnosu na vrijednosti utvrđene kod uzoraka istovrsnog sirovog pletiva. Pamučno pletivo po provedenom doradbenom postupku pokazuje najmanje dimenzijske promjene, a samim tim i najmanje promjene vrijednosti plošne mase (koja je malo veća u odnosu na sirovi uzorak).

## b) DEBLJINA

Debljina pletiva utvrđena je na temelju 10 povedenih mjerenja za svaki pojedini uzorak, a u tablici 6. je z prikazana temeljna statistička obrada mjernih rezultata (prosječna vrijednost, standardna devijacija i koeficijent varijacije).

Tablica 6. Izmjerena debljina ispitivanih uzoraka pletiva sa temeljnom statističkom obradom rezultata

UZORAK	DEBLJINA [mm]										$\bar{x}$	$\sigma$	V
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	[mm]	[mm]	[%]
PAM – SIR - P	0,63	0,64	0,65	0,64	0,65	0,67	0,64	0,62	0,64	0,63	0,64	0,013	2,03
PAM – DOR - P	0,66	0,65	0,66	0,65	0,66	0,66	0,65	0,65	0,66	0,65	0,66	0,005	0,76
CV – SIR - P	0,59	0,64	0,65	0,62	0,66	0,60	0,61	0,60	0,57	0,56	0,61	0,031	5,13
CV – DOR - P	0,44	0,42	0,42	0,41	0,42	0,40	0,44	0,42	0,43	0,42	0,42	0,012	2,76
CV – SIR - R	0,64	0,59	0,63	0,65	0,64	0,61	0,62	0,63	0,6	0,66	0,63	0,021	3,35
CV – DOR - R	0,53	0,54	0,53	0,54	0,53	0,52	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,007	1,25
CV – SIR - S	0,65	0,68	0,64	0,65	0,65	0,64	0,64	0,66	0,65	0,67	0,65	0,013	1,94
CV – DOR - S	0,43	0,41	0,42	0,40	0,40	0,40	0,41	0,43	0,43	0,43	0,42	0,013	3,08

Iz dobivenih rezultata je vidljivo da su sva ispitivana sirova pletiva, izrađena iz pređe jednake finoće, približno jednake debljine (0,61 mm – 0,65 mm). Kod pamučnog pletiva, utvrđena razlika u debljini sirovog i doradenog uzorka je neznatna. U pamučnog doradenog pletiva utvrđena je malo veća debljina, što se može povezati s povećanjem plošne mase (tablica 5.), ali i minimalnim promjenama broja nizova i redova očica/cm po provedenom oplemenjivanju (tablica 7.). Nasuprot tome, kod svih uzoraka viskoznih

pletiva je kod doradenih uzoraka pletiva zabilježena manja debljina u odnosu na sirova. Razlika u debljini između sirovih i doradenih pletiva je u viskoznih uzoraka pletiva značajno veća u odnosu na pamučni referentni uzorak. Najveća razlika je utvrđena kod viskoznih pletiva CV-P i CV-S, pletenih iz prstenaste i siro pređe. Od svih uzoraka najveću debljinu ima doradeno pletivo izrađeno od pamučne prstenaste pređe (PAM-DOR-P), a najmanju doradena pletiva izrađena od viskozne prstenaste (CV-DOR-P) i siro pređe (CV-DOR-S). Kod većine sirovih uzoraka pletiva je utvrđeno veće rasipanje mjernih rezultata na što ukazuju izračunate veće vrijednosti standardne devijacije i koeficijenta varijacije te potvrđuju veću jednolikost doradenih uzoraka pletiva.

### c) GUSTOĆA

Pomoću tekstilne lupe na svakom uzorku pletiva prebrojen je broj nizova i redova očica na jediničnoj duljini od 1 cm, a rezultati su prikazani u tablici 7.

Tablica 7. Gustoća pletiva utvrđena pomoću tekstilne lupe

UZORAK	BROJ NIZOVA/cm	BROJ REDOVA/cm
PAM – SIR - P	21,5	12,5
PAM – DOR - P	21	13
CV – SIR - P	22	12,5
CV – DOR - P	21	12,5
CV – SIR - R	20	12,5
CV – DOR - R	20	13,5
CV – SIR - S	21	13,5
CV – DOR - S	20	12,5

Valja istaknuti da se kod desno-desnog prepleta broje naizmjenični nizovi desnih i lijevih očica prisutnih u strukturi (1x1) pletiva te je stoga utvrđeni broj nizova očica značajno veći. Iz tablice 7. je vidljivo da sva ispitivana sirova pletiva, iako izrađena iz pređe jednake finoće i pletene pod jednakim uvjetima, nisu jednake gustoće – broj nizova očica/cm se kreće od 20 do 21,5, a redova očica/cm od 12,5 do 13,5.

Po provedenoj doradi dolazi do promjena u strukturi koja se očituje i promjenom gustoće ispitivanih pletiva. Pritom promjene nisu jednoznačne – kod pamučnog pletiva iz

prstenaste pređe se minimalno smanjuje broj nizova očica pletiva/cm (dolazi do širenja pletiva u sjeru širine, tablica 4.) i povećava broj redova /cm što ukazuje da dolazi do skupljanja pletiva u smjeru duljine. Kod viskoznog pletiva CV-DOR-P broj nizova očica/cm se smanjuje (dolazi do širenja pletiva u smjeru širine), bez promjena u smjeru duljine; kod pletiva CV-DOR-R dolazi do skupljanja pletiva u smjeru duljine (odn. povećanja broja redova očica/cm); dok kod CV-DOR-S dolazi do smanjenja broja nizova očica/cm (odn. širenja pletiva u smjeru širine) i smanjenja broja redova očica/cm u smjeru duljine (širenja u smjeru duljine). Navedeno je moguće povezati sa utvrđenim vrijednostima plošne mase prikazanim u tablici 5.

#### 4.2. Otpornost pletiva na habanje

Otpornost pletiva na habanje utvrđena je metodom prohabavanja, tj. habanje je provedeno do prekida niti i pojave oštećenja (rupice) na uzorku. Po svakom provedenom ciklusu habanja uzorci pletiva učvršćeni na habajuće glave su vizualno provjeravani s povećalom kako bi nastala oštećenja bila lakše uočljiva. U tablici 8. prikazan je broj habajućih ciklusa kod kojih je uočeno prohabavanje.

Tablica 8. Rezultati ispitivanja otpornosti pletiva na habanje metodom prohabavanja

<b>UZORAK</b>	<b>BROJ HABAJUĆIH CIKLUSA KOD KOJIH JE DOŠLO DO PROHABAVANJA</b>
PAM – SIR - P	60 000
PAM – DOR - P	65 000
CV – SIR - P	50 000
CV – DOR - P	40 000
CV – SIR - R	35 000
CV – DOR - R	30 000
CV – SIR - S	45 000
CV – DOR - S	40 000

Prema rezultatima je vidljivo da ispitivana pamučna pletiva pokazuju veću otpornost na habanje u odnosu na viskozna. Dorađeni uzorak pamučnog pletiva (PAM-DOR-P) pleten



iz prstenaste pređe pokazuje veću otpornost na habanje u odnosu na sirovi i može izdržati 60 000 habajućih ciklusa o standardnu vunenu tkaninu bez nastanka oštećenja.

Za razliku od pamučnih pletiva, kod svih ispitivanih viskoznih pletiva se po provedenom oplemenjivanju smanjuje otpornost na habanje. Valja istaknuti da viskozna pletiva izrađena iz rotorske pređe pokazuju najmanju otpornost na habanje, pri čemu uzorak pletiva CV-DOR-R može izdržati samo 25 000 habajućih ciklusa bez oštećenja. Kod doradenih viskoznih pletiva iz siro i prstenaste pređe do prohabavanja dolazi pri 40 000 habajućih ciklusa. Veću otpornost na habanje takvih pletiva je moguće povezati s činjenicom da su pređe dobivene prstenastim postupkom pređenja čvršće, a vlakna veće uvijenosti na površini pređe. Manja čvrstoća i uvijenost vlakana na površini pređe u odnosu na središte kod pređe dobivene rotorskim postupkom pređenja, utječe i na manju otpornost na habanje CV-R pletiva, ali i manju sklonost površinskom pilingu vidljivu na slici 29 e. i f.

Slika 29. prikazuje sve ispitivane uzorke nakon prohabavanja na kojima su jasno vidljive razlike oštećenja i nastalog pilinga. U odnosu na svoj doradeni par kod kojeg su vidljive dvije nastale rupice i srednje jak piling, kod sirovog pamučnog pletiva vidljivo je izrazito oštećenje i piling po cijeloj površini ispitivane epruvete (slika 29 a., b.). Kod oba CV-P uzorka piling i oštećenje su podjednaki iako je razlika između izdržanih ciklusa čak 10000 (slika 29 c., d.). Par CV-R pletiva vizualno najbolje izgleda uz pojavu malih rupica i slabi piling, no ti uzorci izdržali su najmanji broj ciklusa do prohabavanja. Uzorak CV-DOR-S pokazuje manji broj izvučenih niti na površini uz pojavu rupice (slika 29 h.), no njegov sirovi par vizualno najlošije izgleda u odnosu na ostale uzorke te je u potpunosti oštećen po cijeloj površini.



**a**



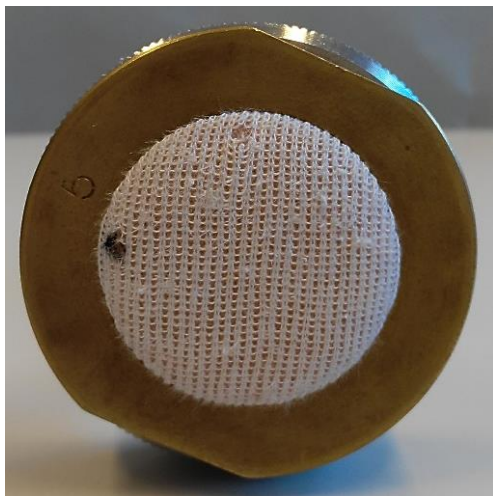
**b**



**c**



**d**



**e**



**f**



**g**

**h**

Slika 29. Uzorci pletiva nakon prohabavanja: PAM-SIR-P (a), PAM-DOR-P (b), CV-SIR-P (c), CV-DOR-P (d), CV-SIR-R (e), CV-DOR-R (f), CV-SIR-S (g) i CV-DOR-S (h)

#### 4.3. Sklonost stvaranja površinskog pilinga na pletivu




Intenzitet nastalog površinskog pilinga nakon određenog broja habajućih ciklusa vizualno se ocjenjuje ocjenama od 1 do 5 (1 – najveća sklonost pilingu; 5 – najmanja sklonost pilingu) usporedbom sa etalonima (fotografijama) usporednih ocjena. Moguće je dati (ukoliko za to postoji potreba) i prijelazne ocjene, odnosno ocjene 1/2, 2/3, 3/4 i 4/5 [26]. U tablici 9. nalaze se rezultati ispitivanja sklonosti nastanka površinskog pilinga pletiva po provedenim cikličnom habanju.




Tablica 9. Ocjene sklonosti pletiva stvaranju površinskog pilinga

UZORAK	BROJ HABAJUĆIH CIKLUSA					
	125	500	1000	2000	5000	7000
PAM – SIR - P	4	4	3/4	3	2/3	2/3
PAM – DOR - P	4/5	4/5	4	3	2/3	2/3
CV – SIR - P	4/5	4/5	4/5	3/4	3	2/3
CV – DOR - P	4/5	4/5	4	3/4	3	3
CV – SIR - R	4/5	4/5	4/5	4/5	4	3/4
CV – DOR - R	5	5	4/5	4/5	4	3
CV – SIR - S	4	3	3	3	2/3	2
CV – DOR - S	4	3	3	3	2/3	2/3

Iz rezultata ispitivanja je vidljivo da izraženijih razlika između ocjena parova sirovih i doradenih pletiva nema te da kod svih uzoraka porastom broja habajućih ciklusa raste i sklonost pilingu. Najbolje ocjenjeni uzorci, odnosno oni sa najmanjom sklonošću pilingu su CV-SIR-R i CV-DOR-R koji čak i nakon 7 000 habajućih ciklusa nemaju jako izraženu sklonost pilingu. Uzorak koji pokazuje najveću sklonost nastanka površinskog pilinga je CV-SIR-S i njegova doradeni par CV-DOR-S. Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da se kod svih uzoraka veći piling javlja nakon 5 000, odnosno 7 000 habajućih ciklusa. Tablica 10. prikazuje cjelokupno ispitivanje uz sliku i opis nastalog površinskog pilinga nakon definiranog broja ciklusa na uzorku CV-DOR-S.

Tablica 10. Prikaz postepenog pilinga uzorka CV-DOR-S

BROJ CIKLUSA	OPIS	SLIKA
125	Piling je zamjetan; vidljive nastale grudice stršećih vlakanaca; dlakavost površine. Dodijeljena ocjena – 4.	
500	Piling jači u odnosu na prethodni ciklus – veći broj zamršenih grudica i izraženija dlakavost; grupiranje grudica. Dodijeljena ocjena – 3.	
1000	Piling isti u odnosu na prethodni ciklus. Dodijeljena ocjena – 3.	

<p><b>2000</b></p>	<p>Piling isti u odnosu na prethodni ciklus uz malo veći broj grudica zamršenih vlakana. Dodijeljena ocjena – 3.</p>	
<p><b>5000</b></p>	<p>Piling jači u odnosu na prethodni ciklus – izraženije grupiranje grudica. Dodijeljena ocjena – 2/3.</p>	
<p><b>7000</b></p>	<p>Piling isti u odnosu na prethodni ciklus. Konačna dodijeljena ocjena – 2/3.</p>	

Na slici 30. prikazana je površina svih uzoraka pletiva nakon 7 000 habajućih ciklusa.



a



b



c



d



e



f



g



h

Slika 30. Uzorci pletiva po ispitivanju sklonosti nastanka površinskog pilinga nakon 7 000  
habajućih ciklusa:  
PAM-SIR-P (a), PAM-DOR-P (b), CV-SIR-P (c), CV-DOR-P (d), CV-SIR-R (e), CV-DOR-R  
(f), CV-SIR-S (g) i CV-DOR-S (h)

#### 4.4. Dimenzijska stabilnost pletiva nakon pranja i sušenja

Dimenzijska stabilnost ispitivana je u svrhu utvrđivanja promjena dimenzija uzoraka u uvjetima njege. Ispitivanje je provedeno na dvije epruvete iz svakog uzorka pletiva, jedne u raširenom, a druge u cjevastom obliku. Nakon pranja, uzorci su u uvjetima SAI kondicionirani min. 24 h nakon čega je na kondicioniranim uzorcima provedeno mjerenje. U tablicama 11. i 12. prikazani su rezultati dimenzijskih promjena za rašireni oblik pletiva. Predznak "-" predstavlja skupljanje, a predznak "+" širenje pletiva nakon provedenog ciklusa pranja i sušenja. Početna duljina ( $l_{0d}$ ) između oznaka bila je 400 mm, a početna širina ( $l_{0s}$ ) 300 mm. Provedena su tri mjerenja, a rezultat iskazan prosječnom vrijednosti. Dimenzijske promjene ( $DP$ ) izračunate su prema izrazu (2) opisanom u poglavlju 3.3.4. ovog rada.

Tablica 11. Promjena duljine i širine između oznaka na uzorcima raširenog pletiva

UZORAK	DULJINA [mm]				ŠIRINA [mm]			
	1	2	3	$\bar{l}_{1d}$	1	2	3	$\bar{l}_{1s}$
PAM – SIR - P	316	306	312	311	306	297	306	303
PAM – DOR - P	372	361	364	366	294	290	300	295
CV – SIR - P	322	291	308	307	515	440	465	476
CV – DOR - P	304	299	316	306	414	394	421	410
CV – SIR - R	306	297	300	301	310	293	305	303
CV – DOR - R	325	316	319	320	322	311	317	317
CV – SIR - S	321	292	330	314	518	472	481	490
CV – DOR - S	320	313	324	319	406	401	405	404

Tablica 12. Dimenzijske promjene razrezanih uzoraka pletiva - po duljini i širini

UZORAK	$DP_d$ [%]*	$DP_s$ [%]*
PAM – SIR - P	-22,3	+1,0
PAM – DOR - P	-8,5	-1,7
CV – SIR - P	-23,3	+58,7
CV – DOR - P	-23,5	+36,7
CV – SIR - R	-24,8	+1,0
CV – DOR - R	-20,0	+5,7
CV – SIR - S	-21,5	+63,3
CV – DOR - S	-20,3	+34,7

\*  $DP_d$  – dimenzijska promjena po duljini;  $DP_s$  – dimenzijska promjena po širini

Po provedenom postupku pranja i sušenja kod svih uzoraka sirovih pletiva utvrđeno je širenje pletiva u smjeru širine, a skupljanje u smjeru duljine. Nastale promjene su kod sirovih viskoznih pletiva izraženije u odnosu na pamučni referentni uzorak. Po oplemenjivanju pletiva dimenzijske promjene su manje, ali dobiveni rezultati i dalje ukazuju na izrazitu dimenzijsku nestabilnost svih uzoraka doradenih pletiva osim doradenog pamučnog pletiva izrađenog od prstenaste pređe (PAM-DOR-P).

Kako je nestabilnost dimenzija bila očekivana kod uzoraka sirovih pletiva, a prisutna je i kod većine doradenih uzoraka po provedenom pranju, dobiveni rezultati s jedne strane potvrđuju da se dimenzijska stabilnost cjevastih pletiva treba ispitivati na nerazrezanim uzorcima, ali i da se jedino na taj način mogu konfekcionirati, a s druge strane da u postupku oplemenjivanja postupak stabiliziranja dimenzija nije odgovarajuće proveden. Slika 31. prikazuje sve uzorke za ispitivanje dimenzijske stabilnosti pletiva u raširenom obliku nakon provedenog pranja i sušenja.



a



b



c



d





e



f



g



h

Slika 31. Uzorci za ispitivanje dimenzijske stabilnosti pletiva u raširenom obliku nakon pranja i sušenja: PAM-SIR-P (a), PAM-DOR-P (b), CV-SIR-P (c), CV-DOR-P (d), CV-SIR-R (e), CV-DOR-R (f), CV-SIR-S (g) i CV-DOR-S (h)

U tablicama 13. i 14. prikazani su rezultati dimenzijskih promjena utvrđenih na uzorcima pletiva u cjevastom obliku. S obzirom na utvrđenu izrazito lošu dimenzijsku stabilnost uzoraka u raširenom obliku, za ispitivanje cjevastih uzoraka primijenjeni su blaži uvjeti pranja (pojašnjeno u poglavlju 3.3.4. ovog rada). Predznak "-" predstavlja skupljanje, a predznak "+" širenje pletiva nakon pranja. Početna duljina ( $l_{0d}$ ) između oznaka bila je 400 mm, a početna širina ( $l_{0s}$ ) 150 mm. Dimenzijske promjene ( $DP$ ) izračunate su prema izrazu (2) opisanom u poglavlju 3.3.4. ovog rada.

Tablica 13. Promjena duljine i širine između oznaka na uzorcima cjevastog pletiva

UZORAK	DULJINA [mm]			ŠIRINA [mm]		
	1	2	$\bar{l}_{1d}$	1	2	$\bar{l}_{1s}$
PAM – SIR - P	327	323	325	154	152	153
PAM – DOR - P	376	377	377	153	148	151
CV – SIR - P	335	322	329	209	215	212
CV – DOR - P	336	339	338	175	192	184
CV – SIR - R	311	311	311	139	142	141
CV – DOR - R	345	350	348	155	148	152
CV – SIR - S	340	359	350	188	195	192
CV – DOR - S	347	350	349	163	163	163

Tablica 14. Dimenzijske promjene cjevastih uzoraka pletiva - po duljini i širini


UZORAK	$DP_d$ [%]	$DP_s$ [%]
PAM – SIR - P	-18,8	+2,0
PAM – DOR - P	-5,9	+0,3
CV – SIR - P	-17,9	+41,3
CV – DOR - P	-15,6	+22,3
CV – SIR - R	-22,3	+6,3
CV – DOR - R	-13,1	+1,0
CV – SIR - S	-12,6	+27,7
CV – DOR - S	-12,9	+8,7

Uz nižu temperaturu pranja i blažu mehaniku, kod svih uzoraka pletiva ispitivanih u cjevastom obliku utvrđeni su značajno bolji rezultati dimenzijske stabilnosti, ali slične slijednosti promjena kao i u prethodnom postupku.

Iako je kod pojedinih uzoraka i dalje zabilježena izrazita dimenzijska nestabilnost, može se zaključiti da su pletiva mnogo stabilnija u cjevastom obliku (slika 29.). Najstabilnijim se ponovno pokazao pamučni dorađeni uzorak PAM–DOR-P, kod kojeg je utvrđeno skupljanje u smjeru duljine od 6%, dok lošije rezultate ponovno bilježe viskozna pletiva izrađena od prstenaste i siro pređe. Dorađeno viskozno pletivo iz rotorske pređe pokazuje bolju dimenzijsku stabilnost (iako u smjeru duljine dolazi do skupljanja od 13%). Navedeno potvrđuje da je ova pletiva potrebno prati uz veoma blage uvjete te da je potrebno modificirati postupak stabilizacije njihovih dimenzija u proizvodnom postupku.

Tablica 15. prikazuje sve uzorke za ispitivanje dimenzijske stabilnosti pletiva u cjevastom obliku nakon provedenog pranja i sušenja u usporedbi sa uzorcima prije pranja.

Tablica 15. Uzorci za ispitivanje dimenzijske stabilnosti pletiva u cjevastom obliku nakon provedenog pranja i sušenja u usporedbi sa uzorcima prije pranja

UZORAK	Prije pranja	Nakon pranja i sušenja
PAM-SIR-P	 A white, ribbed sock sample, laid flat, showing its original shape and texture before washing.	 The same white sock sample after washing and drying, appearing slightly more wrinkled and showing some minor discoloration or yellowing, particularly near the toe and heel areas.
PAM-DOR-P	 A dark blue, ribbed sock sample, laid flat, showing its original shape and texture before washing.	 The same dark blue sock sample after washing and drying, appearing slightly more wrinkled and showing some minor discoloration or yellowing, particularly near the toe and heel areas.

CV-SIR-P		
CV-DOR-P		
CV-SIR-R		

<p>CV-DOR-R</p>		
<p>CV-SIR-S</p>		
<p>CV-DOR-S</p>		

#### 4.5. Spiralnost pletiva nakon pranja

Ispitivanjem spiralnosti željela se utvrditi ukošenost nizova očica pletiva nakon pranja u odnosu na rub uzorka pletiva. Nakon pranja i ponovnog kondicioniranja uzoraka provedeno je mjerenje prilikom kojeg je utvrđeno da ispitivana desno-desna pletiva nisu sklona spiralnom deformiranju. Dakle, kod svih uzoraka pletiva nisu utvrđene promjene spiralnosti, ali je potvrđena sklonost svih uzoraka dimenzijskim promjenama (tablica 16.). Imajući na umu da su kod metode A sve početne duljine (udaljenosti između oznaka) iznosile 250 mm, a kod metode B je početna duljina između oznaka iznosila 500 mm, iz tablice 16. su jasno vidljive promjene dimenzija, sa istom slijednosti već utvrđenih dimenzijskih promjena.

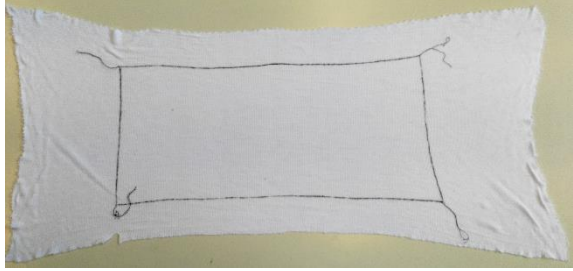
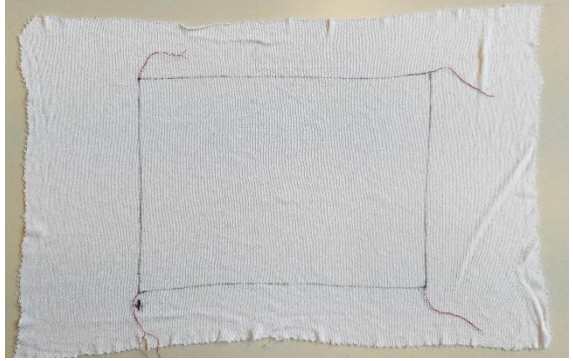

Tablica 16. Ispitivanje spiralnosti pletiva nakon pranja – promjene dimenzija

UZORAK	METODA A				METODA B
	AB [mm]	CD [mm]	BC [mm]	AD [mm]	AB [mm]
PAM-SIR-P	198	206	275	290	395
PAM-DOR-P	241	231	271	268	469
CV-SIR-P	184	196	523	520	374
CV-DOR-P	185	191	403	425	389
CV-SIR-R	195	196	268	264	393
CV-DOR-R	211	210	283	291	435
CV-SIR-S	195	209	478	482	390
CV-DOR-S	200	190	376	380	400

U tablici 17. dan je prikaz svih uzoraka pletiva po provedenom ispitivanju (prema metodama A i B) iz kojih je isključivo vidljiva dimenzijska nestabilnost pletiva nakon provedenog pranja i sušenja. Promjene su izraženije kod viskoznih uzoraka pletiva.

Tablica 17. Uzorci za ispitivanje spiralnosti nakon pranja i sušenja ispitivani prema metodama A i B

UZORAK	Metoda A	Metoda B
PAM-SIR-P		
PAM-DOR-P		
CV-SIR-P		

CV-DOR-P		
CV-SIR-R		
CV-DOR-R		



CV-SIR-S	 A rectangular piece of white fabric with a thin, dark rectangular border. The fabric has a slightly textured appearance and some fraying at the edges.	 A square piece of white fabric with a fine, grid-like pattern. The fabric is slightly wrinkled and has some fraying at the edges.
CV-DOR-S	 A rectangular piece of blue fabric with a fine, grid-like pattern. The fabric has a slightly textured appearance and some fraying at the edges.	 A square piece of blue fabric with a fine, grid-like pattern. The fabric is slightly wrinkled and has some fraying at the edges.

## 5. ZAKLJUČAK

Na temelju dobivenih rezultata (po provedenoj analizi četiri kulirna desno-desna cjevasta pletiva namijenjena izradi donjeg rublja izrađena iz pređa jednake finoće: pamučne prstenaste, te prstenaste, rotorske i siro pređe iz viskoznih vlakana) zaključeno je da pri odabiru pređe za izradu pletiva za donje rublje prije svega potrebno razmotriti cijenu, sirovinski sastav i svojstva pređe, ali i činjenicu za postupak predenja pređe od koje će se dalje isplesti pletivo, postupak pletenja, odabrani preplet i doradbeni postupak pletiva značajno utječu na kvalitetu pletiva od kojeg će se izrađivati donje rublje.

Utvrđene temeljne karakteristike pletiva (plošna masa, debljina i gustoća) pokazale su izrazitu međusobnu povezanost, odnosno da vrijednost jedne utječe na vrijednost drugih dviju karakteristika. Pojedine temeljne karakteristike ispitanih sirovih pletiva međusobno su različite iako su ona izrađena od pređa jednakih finoća. Plošna masa svih sirovih pletiva međusobno je različita, što se može povezati sa različitom širinom početnih cjevastih uzoraka pletiva (iako su sva pletiva proizvedena jednakim postupkom pletenja) što potvrđuje i činjenicu da postupak predenja pređe utječe na strukturu i svojstva pređe, a samim time i na svojstva daljnjih proizvoda (u ovom slučaju pletiva) koja će se od nje izraditi. Prosječna vrijednost debljine uzoraka sirovih pletiva bila je međusobno približno jednaka, iako su pojedina mjerenja podosta odstupala jedna od drugih, što ukazuje na nejednolikost strukture sirovih pletiva. Slično kao i plošna masa, gustoća sirovih pletiva međusobno je odstupala jedna od druge iako je riječ o pletivima proizvedenim jednakim postupkom pletenja od pređa jednakih finoća.

Očekivano, temeljne karakteristike doradenih ispitanih pletiva značajno se razlikuju u odnosu na svoj sirovi par pletiva, što ukazuje na važnost odabira ispravnog doradbenog procesa kako bi krajnji proizvod imao željena i odgovarajuća svojstva. Po provedenom oplemenjivanju dolazi do dimenzijskih promjena pletiva pri čemu dolazi do promjene širine, ali i gustoće pletiva koje uvjetuju promjenu plošne mase pletiva. Pritom širenje doradenih uzoraka viskoznog pletiva u smjeru širine (manji broj nizova/cm) uvjetuje smanjenje plošne mase, dok skupljanje pletiva u smjeru širine (veći broj nizova/cm) utječe na povećanje plošne mase u odnosu na vrijednosti utvrđene kod uzoraka istovrsnog sirovog pletiva. Debljina se znatno smanjila kod svih viskoznih doradenih pletiva, dok se kod pamučnog doradenog pletiva neznatno smanjila.

Na temelju utvrđenih temeljnih karakteristika, najboljim se pokazalo pamučno pletivo (PAM-P) čija su svojstva pokazivala najmanje razlike između sirovog i doradenog stanja,

dok je najveće promjene između sirovog i dorađenog pletiva u paru pokazalo viskozno pletivo izrađeno od siro pređe (CV-S).

Pamučno pletivo pokazalo se i najboljim pri ispitivanju otpornosti na habanje, pri čemu je najviše habajućih ciklusa bez pojave oštećenja (60 000) pokazao uzorak PAM-DOR-P. Viskozna pletiva izdržala su znatno manji broj habajućih ciklusa do pojave oštećenja, pri čemu se kao najlošiji uzorak pokazao CV-DOR-R, što odgovara činjenici da je rotorska pređa (u odnosu na prstenastu i siro pređu) manje čvrsta i manje je uvojitosti vlakana na površini. Iz istog razloga kod CV-R uzoraka se pojavio najmanji površinski piling u odnosu na ostala ispitivana pletiva.

Pri samom ispitivanju sklonosti pletiva površinskom pilingu, uzorci CV-R su se pokazali najboljima, dok je za par uzoraka pletiva CV-S utvrđena najveća sklonost površinskom pilingu. Valja istaknuti da niti kod jednog para uzoraka pletiva nije bilo značajne razlike sklonosti pilingu između sirovog i dorađenog pletiva. Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da se kod svih uzoraka veći piling javlja tek nakon 5 000, odnosno 7 000 habajućih ciklusa.

Dimenzijska stabilnost pletiva ukazala je na prve probleme i nezadovoljavajuće rezultate ispitanih pletiva. Po provedenom postupku pranja i sušenja kod svih uzoraka sirovih pletiva utvrđeno je značajno širenje pletiva u smjeru širine, a skupljanje u smjeru duljine. Po oplemenjivanju pletiva dimenzijske promjene su manje, ali dobiveni rezultati i dalje ukazuju na izrazitu dimenzijsku nestabilnost uzoraka dorađenih pletiva. Ispitivanje je provedeno na raširenim i cjevastim uzorcima pletiva te u uvjetima normalne i blage mehanike pranja, a na temelju dobivenih rezultata je utvrđeno da se dimenzijska stabilnost cjevastih pletiva treba ispitivati na nerazrežanim uzorcima, da je ispitana pletiva potrebno prati uz veoma blage uvjete te da postupku oplemenjivanja postupak stabiliziranja dimenzija nije odgovarajuće proveden.

Najstabilnijim se pokazao ponovno pamučni dorađeni uzorak PAM-DOR-P, kod kojeg je utvrđeno skupljanje u smjeru duljine od, dok lošije rezultate bilježe viskozna pletiva izrađena od prstenaste i siro pređe.

Posljednjim ispitivanjem - ispitivanjem spiralnosti - željela se utvrditi ukošenost nizova očica pletiva nakon pranja u odnosu na rub uzorka pletiva, no nakon provedenog mjerenja utvrđeno je da ispitivana desno-desna pletiva nisu sklona spiralnom deformiranju. Kod niti jednog uzorka pletiva nije utvrđena spiralnost, ali je potvrđena sklonost svih uzoraka dimenzijskim promjenama sa istom slijednosti već utvrđenih dimenzijskih promjena.

Na kraju se može zaključiti da je pamučno dorađeno pletivo pokazalo najbolja uporabna svojstva u odnosu na sva ostala ispitivana pletiva. Ukoliko se ispitivana viskozna pletiva

žele koristi za proizvodnjo i konfencioniranje donjeg rublja potrebno je prilagoditi metode oplemenjivanja te izrazitu pažnju posvetiti stabilizaciji dimenzija pletiva.

## 6. LITERATURA

[1] Iqbal S.: Knitted fabrics – Applications and scope, dostupno na:

<https://www.scribd.com/doc/74901357/Knitted-Fabric-Application-and-Scope>,

posjećeno: 27.06.2018.

[2] Potočić Marković V.M.: Interni materijali za kolegij Tekstilno-mehanički procesi – pletenje, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, akademska godina 2016./2017.

[3] Čunko R., Pezelj E.: Tekstilni materijali, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zrinski d.d., Čakovec 2002.

[4] ...: Stitch guide, dostupno na:

[https://www.anniescatalog.com/knit/content.html?content\\_id=661&type\\_id=S](https://www.anniescatalog.com/knit/content.html?content_id=661&type_id=S),

posjećeno: 07.07.2018.

[5] Gardiner G.: How is knitting different?, dostupno na:

<https://www.compositesworld.com/articles/how-is-knitting-different> , objavljeno:

30.11.2016., posjećeno 27.06.2018.

[6]...: Rib knit, dostupno na: <http://www.urbanara.co.uk/journal/buying-guide/rib-knit/>,

posjećeno: 07.07.2018.

[7] Vrljičak Z, Srdjak M., Potočić Matković V. M.: Izrada bešavnih odjevnih predmeta // Tekstil: časopis za tekstilnu tehnologiju i konfekciju. 53 (2004.), 9, str. 466-473

[8]...: Seamless hooded pullover, dostupno na: <https://www.newbalance.com/pd/j.crew-m4m-seamless-hooded-pullover/WT63155-JC.html#color=Navy>,

posjećeno: 07.07.2018.

[9]...: Women's Seamless Pullover Bra, dostupno na:

<https://www.walmart.com/ip/Women-s-Seamless-Pullover-Bra-with-Built-In-Cups-Style-FT662/189389872>,

posjećeno: 07.07.2018.

- [10] Katović D., Bischof Vukušić S., Soljačić I., Grancarić A. M.: Osnove oplemenjivanja tekstila – Procesi suhog oplemenjivanja tekstila – Knjiga III, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb 2006., str. 115 – 117; 125 – 136.
- [11] HRN EN ISO 139:2008/A1:2011 Tekstil - Standardna atmosfera za kondicioniranje i ispitivanje
- [12] Kiron M.I.: Jet Dyeing Machine - Working Process of Jet Dyeing Machine, Advantages and Disadvantages of Jet Dyeing Machine, dostupno na: <http://textilelearner.blogspot.com/2012/01/jet-dyeing-machine-working-process-of.html>, posjećeno: 12.08.2018.
- [13] Skenderi Z.: Interni materijali za kolegij Tekstilno-mehanički procesi – pređenje, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, akademska godina 2016./17.
- [14] Nayen Z.: Blowroom, dostupno na: <https://www.slideshare.net/nayen/blowroom>, objavljeno: 19.02.2011., posjećeno: 28.06.2018.
- [15] Kopitar D., Skenderi Z., Papić M., Tomljenović A.: Surface friction coefficient of spun yarns, Proceedings of International Conference MATRIB 2016, Materials, Tribology, Recycling, 23. – 25.06. 2016., Vela Luka, Hrvatska, pp 178 – 188
- [16] Papić M.: Struktura i svojstva rotorske i aerodinamičke pređe, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, srpanj 2016, mentor: Kopitar D.
- [17] Nikolić M., Skenderi Z., Šajn Gorjanc D.: Two-Ply Cotton Yarn Production on Ring Spinning Machine and it's quality, Proceedings of 5th International Textile, Clothing & Design Conference – Magic World of Textiles, 03. – 06.10. 2010., Dubrovnik, Hrvatska, pp 253-258
- [18] Skenderi Z., Potočić Matković V. M., Iveković G.: Usporedba jednoličnosti jednostruke prstenaste pređe i pređe končane po Sirospun® metodi jednakih finoća, Zbornik radova 4. Znanstveno-stručnog savjetovanja tekstilna znanost i gospodarstvo, 26.01.2011., Zagreb, Hrvatska, str. 109-114
- [19] HRN ISO 3801:2003 Tekstil - Tkanine - Određivanje mase po jedinici duljine i mase po jedinici površine

- [20]...: Analitička vaga Kern, dostupno na: <https://www.conrad.hr/Analiti%20ka-vaga-Kern-podru%20je-mjerenja-%20maks.%20-160-g-o%20tljivost-0.0001-g-strujno-napajanje,-vi%20bojna.htm?websale8=conrad-hr&pi=1551644>, posjećeno: 12.07.2018.
- [21] HRN EN ISO 5084:2003 Tekstil - Određivanje debljine tekstila i tekstilnih proizvoda
- [22] HRN EN 14971:2008 Tekstilije - Pletiva - Određivanje broja očica po jedinici duljine i jedinici površine
- [23] ...: Tekstilna lupa 6x, dostupno na: <http://www.model-educa.hr/lupa-tekstilna-6x>, posjećeno: 12.07.2018.
- [24] HRN EN ISO 12947-2:2017 Tekstil - Određivanje otpornosti na habanje plošnog tekstila metodom po Martindaleu - 2. dio: Određivanje prekida uzorka
- [25] Tomljenović A.: Interni materijali za vježbe iz kolegija Ispitivanje tekstila i odjeće, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, akademska godina 2017./2018.
- [26] HRN EN ISO 12945-2:2003 Tekstil - Određivanje sklonosti površinskom stvaranju dlačica i pilingu na plošnom tektilu - 2. dio: Preinačena metoda po Martindaleu
- [27] HRN EN ISO 5077:2008 Tekstilije - Određivanje dimenzijskih promjena u pranju i sušenju
- [28] HRN EN ISO 3759:2011 Tekstil - Priprema, označivanje i mjerenje uzoraka tkanina i odjevnih predmeta pri ispitivanju promjena dimenzija
- [29] HRN EN ISO 6330:2012 Tekstil - Postupci pranja i sušenja u kućanstvu za ispitivanje tekstila
- [30] ISO 16322-2:2005 Textiles - Determination of spirality after laundering – Part 2: Woven and knitted fabrics