

# Ispitivanje sklonosti pilingu pletiva kratkih čarapa

---

Osičan, Zvonimir

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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:201:377116>

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

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



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

**ISPITIVANJE SKLONOSTI PILINGU PLETIVA KRATKIH ČARAPA**

Zvonimir Osičan

Zagreb, veljača 2022.

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

ZAVRŠNI RAD

**ISPITIVANJE SKLONOSTI PILINGU PLETIVA KRATKIH ČARAPA**

Mentorica:

Prof. dr. sc. Antoneta Tomljenović

Zvonimir Osičan

8539/TTI

Zagreb, veljača 2022.

## ZAHVALA

Zahvala svima koji su mi pomogli u izradi rada. Najveću zahvalu dugujem svojoj mentorici *prof. dr. sc. Antoneti Tomljenović* koja me svojim stručnim savjetima vodila kroz izradu ovog završnog rada.

Također zahvaljujem i neposrednom voditelju *Juri Živičnjaku, mag. ing. tech. text.* na savjetima i pomoći pri izradi praktičnog dijela rada te članovima stručnog povjerenstva *prof. dr. sc. Zenunu Skenderiju* i *izv. prof. dr. sc. Maji Somogyi Škoc.*

Posebice se zahvaljujem *prof. dr. sc. Zlatku Vrljičku* i *Željki Pavlović, mag. ing. tech. Text.* na izrađenim čarapama za ispitivanje.

Na kraju zahvala mojim *roditeljima* koji su uvijek bili tu uz mene i kojima će moja obrana najviše značiti. Pokazali su iznimno strpljenje za moje dugogodišnje studiranje koje se ovim korakom privodi kraju.

***Zahvala i financiranje***

*Rad studenta Zvonimira Osičana 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.*



## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

Sveučilište u Zagrebu

Tekstilno-tehnološki fakultet

Sveučilišni preddiplomski studij: Tekstilna tehnologija i inženjerstvo

Smjer: Projektiranje i menadžment tekstila

Student: Zvonimir Osičan

Matični broj (broj indeksa): 0152024102 (8539/tti-pmt)

Mentorica: 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.

Broj stranica: 43

Broj tablica: 16

Broj slika: 21

Broj literaturnih izvora: 32

Članovi povjerenstva:

Prof. dr. sc. Zenun Skenderi, predsjednik

Prof. dr. sc. Antoneta Tomljenović, članica

Izv. prof. dr. sc. Maja Somogyi Škoc, članica

Izv. prof. dr. sc. Dragana Kopitar, članica

Neposredni voditelj: Juro Živičnjak, mag. ing. tech. text.

Datum predaje:

Datum obrane:

## SAŽETAK

Uporabna trajnost i estetska svojstva kratkih čarapa ogledaju se u smanjenoj sklonosti pojave površinskog pilinga tijekom nošenja. Kako je s tim u vezi veoma značajno odabrati odgovarajuće pređe za njihovu izradu, u okviru rada je ispitana sklonost površinskom pilingu dvije skupine kratkih čarapa pletenih jednonitnim pređama izrađenih postupkom prstenastog, rotorskog i aerodinamičkog pređenja iz viskoznih i liocelnih vlakana u potpunom platiranju poliamidnom multifilamentnom pređom različite finoće, a u usporedbi s čarapama pletenim istovrsnim pamučnim i poliesterskim pređama izrađenih postupkom prstenastog pređenja uz uplitanje poliamidne pređe. Sa svrhom praćenja utjecaja tipa primijenjene pređe na sklonost pilingu kratkih čarapa iz nedovoljno istraženih umjetnih regeneriranih celuloznih vlakana, primijenjen je preinačeni postupak ispitivanja primjenom habalice prema Martindale-u uz uzorkovanje pletiva iz tijela čarape te provedbu ispitivanja prije i nakon pet uzastopnih ciklusa simulirane kućanske njege (pranja i sušenja).

**Ključne riječi:** kratke čarape, sklonost pilingu, pletivo, tip pređe, sirovinski sastav, ispitivanje tekstila

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. O ČARAPAMA .....	2
2.1. Vrste čarapa .....	2
2.2. Vlakna u izradi kratkih čarapa .....	4
2.2.1. Celulozni regenerati .....	8
2.3. Projektiranje i proces izrade kratkih čarapa .....	10
2.3.1. Proizvodni postupci izrade predene pređe za kratke čarape .....	11
2.4. Ispitivanje sklonosti pilingu pletiva čarapa .....	15
3. MATERIJALI I METODE .....	17
3.1. Temeljni pristup istraživanju .....	17
3.2. Uzorci čarapa .....	18
3.3. Ispitne metode .....	22
3.3.1. Ispitivanje temeljnih svojstva kratkih čarapa .....	22
3.3.2. Ispitivanje sklonosti pletiva nastanku površinskog pilinga .....	24
4. REZULTATI I RASPRAVA .....	26
4.1. Temeljne karakteristike kratkih čarapa .....	26
4.2. Sklonost nastanka površinskog pilinga na kratkim čarapama .....	29
5. ZAKLJUČAK .....	40
LITERATURA .....	41



## 1. UVOD

Kratke čarape se u današnje vrijeme najčešće primjenjuju u svakodnevnoj uporabi. Nose ih žene i muškarci svih dobnih skupina te se zbog svoje široke primjene izrađuju u različitim finoćama i veličinama. Uobičajeno su kratke čarape pletene iz tri vrste pređa različitog sirovinskog sastava, odnosno temeljne jednonitne pamučne, multifilamentne poliamidne i monofilamentne elastanske pređe. Pritom karakteristična elastičnost čarapa dolazi iz pletene strukture, platiranja s poliamidnom multifilamentnom pređom koja ima veću istezljivost za oko 30 % od temeljne pređe. Nadalje, ovisno o predviđenoj namjeni, važan je i pravilan odabir temeljne pređe, koja umjesto pamuka može biti i iz neke druge sirovine poput vune, ali u današnje vrijeme i od celuloznih regeneriranih vlakana čija primjena još nije dostatno istražena. Kod klasične muške kratke čarape, kvaliteta se ogleda u udobnom prilijeganju čarape uz nogu, ali i postojanosti površinskog izgleda tijekom upotrebe i nakon višestruko ponavljanih ciklusa kućanske njege [1].

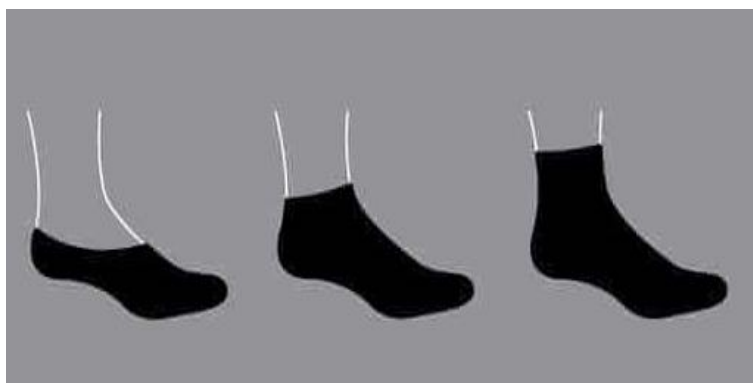
Stoga je u ovom radu ispitana sklonost stvaranju površinskog pilinga primjenom modificirane metode prema Martindale-u, na kratkim muškim čarapama pletenih s jednonitnim pređama izrađenih postupkom prstenastog, rotorskog i aerodinamičkog pređenja iz viskoznih i liocelnih vlakana u potpunom platiranju s poliamidnom multifilamentnom pređom različitih finoća. Dodatno su, za potrebe usporedbe ispitane čarape izrađene iz jednonitnih prstenasto pređenih pamučnih i poliesterskih pređa u potpunom platiranju s poliamidnom multifilamentnom pređom.

## 2. O ČARAPAMA

### 2.1. Vrste čarapa

Čarape su pleteni tekstilni proizvod namijenjen odijevanju stopala, potkoljenice i natkoljenice. Karakterizira ih elastična struktura, toplinska udobnost, ali i velika apsorpcija u prvom redu znoja sa stopala, jer stopalo proizvodi veliku količinu znoja te po nekim podacima to čak 0,12 litara znoja dnevno [2]. Ovisno o vrsti i duljini, čarape dijelimo na stopalice, kratke čarape, duge čarape ili natkoljenice te čarape s gaćicama.

Stopalice su čarape, kako i sam naziv kaže, čarape koje pokrivaju samo stopalo. Njihova funkcija je da se ne vide izvan cipela ili športske obuće. Vrste stopalica vidljive su na slici 1. U sklopu stopalica postoje one koje prekrivaju donji dio stopala (Slika 1a), a otkrivaju gornji dio, zatim one do gležnja (Slika 1b) te stopalice koje prekrivaju gležanj noge (Slika 1c).



a)

b)

c)

**Slika 1.** Stopalice

Pod kratkim čarapama podrazumijevamo čarape koje prekrivaju područje potkoljenice pa sve do koljena. Primjeri kratkih čarapa vidljivi su na slici 2. Dijelimo ih na sokne, čarape koje dosežu polovicu potkoljениčnog dijela noge (Slika 2a) i čarape do koljena ili dokoljenice (Slika 2b). Kratke čarape su primjenjive kod svih dobniх skupina, a nose se tijekom svakodnevnih aktivnosti, bilo za slobodno vrijeme, bilo radi poslovnih aktivnosti. Trebaju zadovoljiti visoke zahtjeve uporabne trajnosti, a ukoliko se radi o čarapama dizajniranim za specifičnu namjenu kao što su sport, zaštitna odjeća i definiranu funkcionalnost.



a)

b)

**Slika 2.** Kratke čarape

Duge čarape su čarape duljine preko koljena. Većinom ih danas upotrebljavaju žene. Duge čarape možemo vidjeti na slici 3. U današnje vrijeme ih susrećemo u dvije verzije: samostojeće (Slika 3a) i čarape sa halterima (Slika 3b) i čarape sa gaćicama (Slika 3c). Samostojeće sežu do bedra, na vrhu imaju elastični dio koji se priljubljuje za nogu kako ne bi spale. Čarape sa halterima sežu do bedra, a pričvršćuju se držačima čarapa, halterima. Čarape s gaćicama se najčešće izrađuju od poliamida (PA 6.6) [3].



a)



b)



c)

**Slika 3.** Duge čarape

## 2.2. Vlakna u izradi kratkih čarapa

Kod izrade kratkih čarapa primjenjuju se najčešće tri osnovne sirovine. To su pamuk, poliamid i elasthan. Najveći udio, u izradi takvih čarapa, predstavlja pamuk. Umjesto pamuka može se koristiti vuna ili neka druga vlakna [2].

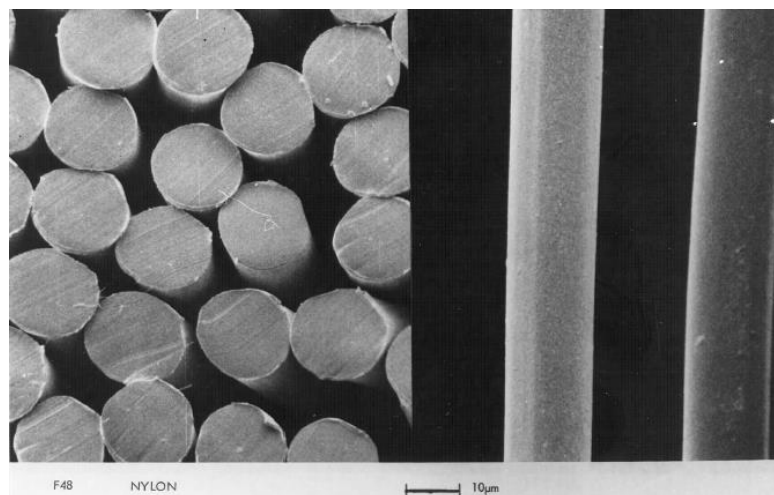
**Pamuk** je najšire i najviše upotrebljavano tekstilno vlakno te jedna od najvažnijih sirovina za izradu tekstilija za raznovrsna područja uporabe. Pamučno je vlakno prirodno celulozno vlakno složene biološke građe, pretežito građeno od celuloze. Pamučna vlakna su fina vlakna, finoća im je u području od 1,5 do 2 dtex-a. Imaju dovoljnu čvrstoću te s tim u vezi vrlo raznovrsnu tekstilnu primjenu, premda čvrstoća dosta varira ovisno o vrsti pamuka. Prednosti ovih vlakana su ta da može dobro upijati vlagu i to u rasponu od 6 do 9,5 % [4]. Karakteristični poprečni presjek i uzdužnu sliku pamučnih vlakana vidimo na slici 4.



**Slika 4.** Poprečni presjek i uzdužna slika pamučnih vlakana (skenirajući elektronski mikroskop) [5]

**Poliamidna vlakna** su sintetska vlakna, koja se prema ISO normama definiraju kao vlakna građena od linearnih makromolekula u kojima su meri povezani amidnim vezama, pri čemu 85 njih povezuje alifatske ili cikloalifatske konstitucijske jedinice. Daleko najveće komercijalno značenje imaju PA6 i PA6.6. Neovisno o kemizmu polimera, sva se poliamidna vlakna proizvode tehnološkim postupkom ispredanja iz taline jer se polimeri mogu relativno lako prevesti u stabilnu talinu odličnih reoloških svojstava. Po morfološkim karakteristikama poliamidna vlakna se bitno ne razlikuju od drugih sintetskih vlakana. Uglavnom su glatke površine i najčešće kružnog poprečnog presjeka

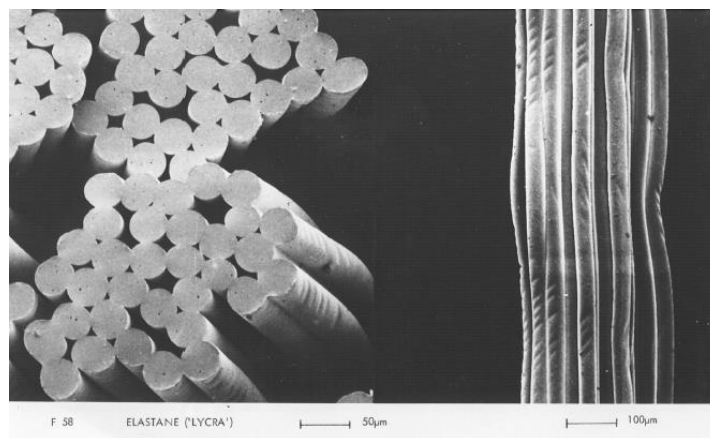
(Slika 5). Imaju izvrsna mehanička svojstva, veoma su otporna na trganje, elastična su i otporna na savijanje pa se tekstilije načinjene od njih gotovo i ne gužvaju. Zbog prisustva amidnih veza u makromolekulama, poliamidna vlakna mogu stvarati vodikove veze, zahvaljujući kojima imaju znatno bolju sposobnost upijanja vlage iz zraka. Pretežiti dio vlakana proizvodi se kao mono- ili multi- teksturiran filament, a tek manji dio kao glatki mono- i multifilament. U velikoj mjeri se teksturirana poliamidna pređa upotrebljava u pletastvu pretežito za izradu ženskog rublja te raznovrsne dječje, žensku i mušku trikotažu kao što su sportska odjeća. Teksturirana poliamidna vlakna najvažniji su materijal za proizvodnju ženskih dugih čarapa raznovrsne kvalitete, od vrlo finih (poliamid 6.6) do grubih (poliamid 6). Za te potrebe se često miješaju s manjim udjelom elastomernih vlakana. U manjoj mjeri poliamidna vlakna se prerađuju u tkanine. Od glatkog filameta izrađuju se tkanine za kišobrane, a vlasasta vlakna prerađuju se, najčešće u mješavinama sa vunom i pamukom, u pređe za preradbu u tkalaštvu. Od čvrstih multifilamentnih pređa izrađuju se padobrani, a od monofilameta se izrađuju patentni zatvarači, ribarske mreže, četke. Na tržištu poliamidna vlakna dolaze pod raznim trgovačkim imenima, a najpoznatija su Nylon, Nylsuisse Edlon, Perlon, Grilon, Lilion, Noval, Tactel, Toyobo Nylon [4, 6].



**Slika 5.** Poprečni presjek i uzdužna slika poliamidnih vlakana (skenirajući elektronski mikroskop) [5]

**Elastanska vlakna** su definirana kao vlakna pretežito građena od segmentiranog poliuretana pa su prije bila poznata pod nazivom poliuretanska vlakna. Kako pripadaju skupini elastomernih vlakana, na njih se postavlja zahtjev za izvrsnom rastezljivošću i elastičnim oporavkom nakon rastezanja na trostruku duljinu. Pojedini tipovi elastanskih

vlakana mogu bez trajne deformacije biti rastegnuta i na sedmerostruku duljinu. Na tržištu su predstavljena početkom 1960. pod trgovačkim nazivom Lycra, kao zamjenu za gumene niti. Elastanska vlakna su građena iz blok-kopolimera koji sadrži najmanje dva tipa ponavljajućih jedinica, koje tvore tzv. krute segmente i meke segmente. Tajna velike rastezljivosti elastanskih vlakana upravo je u njihovoj blok-kopolimernoj kemijskoj građi i segmentiranoj strukturi. Elastanska se vlakna pretežito proizvode kao multifilamentna pređa, ali i kao relativno grubi monofilamenti. Imaju izgled sličan gumenim nitima, a presjek im je kružni poput piškote (Slika 6). Glavno im je područje primjene tzv. elastični tekstil u koji se mogu ubrojiti čarape, steznici, rublje, razna sportska odjeća, ali sve češće se elastanska vlakna primješavaju pamučnim pletivima za donje rublje, tkaninama za izradu hlača i drugu svakodnevnu odjeću. U takvim proizvodima je udio elastanskih vlakana različit, ali u pravilu relativno mali, dovoljan da osigura priličanje odjevnog predmeta uz tijelo i trajno zadržavanje oblika. Istodobno se postiže laka pokretljivost i udobnost pri pojačanim tjelesnim aktivnostima. Elastanska vlakna se koriste i u raznim proizvodima koji služe u medicini, kao što su: elastični zavoji, proteze, čarape [4, 7].

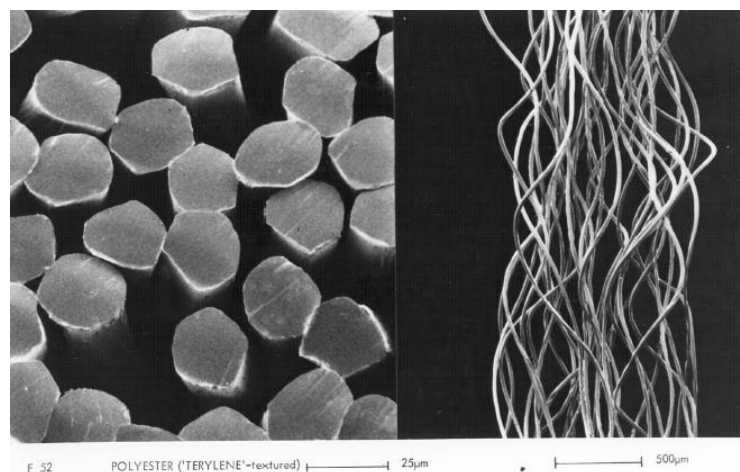


**Slika 6.** Poprečni presjek i uzdužna slika elastanskih vlakana (skenirajući elektronski mikroskop) [5]

Kako su u ovome radu provedena ispitivanja kratkih čarapa koje su u najvećem masenom udjelu izrađene od pamuka, koji je prethodno opisan, te viskoznih, liocelnih vlakna i poliesterskih vlakana, u sljedećem tekstu dan je njihov opis.

**Poliesterska vlakna** definiramo kao vlakna građena od linearnih poliesterskih makromolekula, koji sadrže maseni udio estera tereftalne kiseline, dialkohola i to u količini najmanje od 85 posto. Po kemijskoj građi najveći dio ovih vlakana je polietilen-

tereftalat te ga označavamo s PET. Na svjetskoj razini, po proizvodnim kapacitetima i po potrošnji, poliesterska vlakna dominiraju na prvom mjestu kod umjetnih vlakana. Kod poliesterskih vlakana svojstva ovise o procesnim parametrima sinteze, ispredanja i naknadnih obrada vlakana te o kemijskom sastavu polimera. Standardna poliesterska vlakna se proizvode kao vlasasta, duljinom i finoćom prilagođena duljini i finoći prirodnih vlakana. U pamučnoj industriji proizvode se nešto grublja vlakna finoće 1,3 – 6,7 dtex-a. Duljina na koju se režu je od 32-40 mm. U industriji vune imamo vlakna finoće 3,6 – 6,7 dtex, duljine 80 – 150 mm, poprečnog presjeka kružnog ili trilobalnog oblika što vidimo na slici 7. Sjaj poliesterskih vlakana umanjuje dodavanje titanijevog dioksida. Titanijev dioksid se dodaje u polimernu talinu prije oblikovanja vlakana. Sjajnost vlakana ovisi o količini aditiva. Poliesterska (PES) vlakna imaju izvrsna mehanička svojstva. U usporedbi sa poliamidnim vlaknima, PES vlakna su otporna na savijanje i kruta. Važno je još napomenuti da su PES vlakna otpornija na habanje od većine umjetnih i prirodnih vlakana te im to svojstvo osigurava trajnost u uporabi. Posljedica izvrsnih mehaničkih svojstava je velika sklonost pilingu. Zadržavanje vode te mala sposobnost upijanja vlage omogućuje brzo sušenje i lako pranje proizvoda. Piling se umanjuje sprečavanjem migracije vlakana iz unutrašnjosti na površinu tekstilije i smanjivanjem njihove čvrstoće. Migracija se sprječava povećanjem trenja među vlaknima modifikacijom presjeka vlakana. Smanjenje čvrstoće se postiže proizvodnjom vlakana iz polimera ponešto kraćih makromolekula u odnosu na molekulnu masu polimera za standardni tip vlakana [4].



**Slika 7.** Poprečni presjek i uzdužna slika poliesterskih vlakana iz polietilentereftalata (skenirajući elektronski mikroskop) [5]

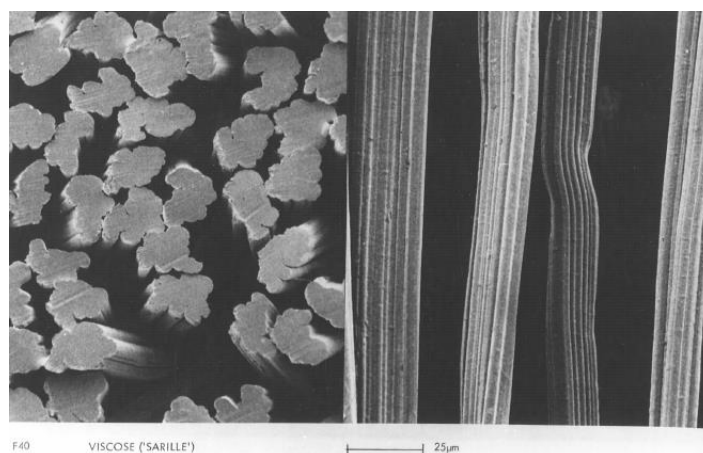
U tablici 1 dan je usporedni prikaz svojstava poliesterskih vlakana iz polietilentereftalata i poliamidnih vlakana iz poliamida 6.6.

**Tablica 1.** Usporedba svojstava poliesterskih (PET) i poliamidnih (PA 6.6) vlakana [4]

Vlakno	PET	PA 6.6
Vlačna čvrstoća [cN/tex]	35 - 65	35 - 40
Prekidno istezanje [%]	20 - 50	30 - 60
Repriza [%]	0,5	4,5
Gustoća [g/cm <sup>3</sup> ]	1,36 – 1,46	1,14

### 2.2.1. Celulozni regenerati

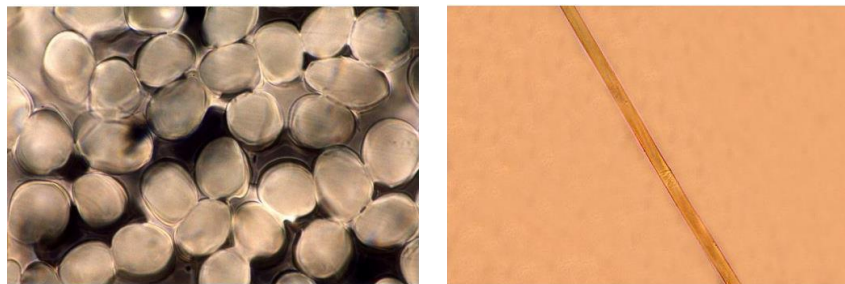
**Viskozna vlakna** su najstarija komercijalna umjetna vlakna. Definiramo ih kao umjetna vlakna načinjena iz regenerirane celuloze primjenom viskoznog postupka, a označavamo ih kraticom CV. Po kemijskoj su građi čista celuloza, a dobivaju se iz drvene celuloze izolirane iz debla nekih crnogoričnih (jela, smreka) i bjelogoričnih (bukva, grab, cer) drveća. Za dobivanje viskoznih vlakana primjenjujemo mokri postupak ispredanja, a glavni problem u proizvodnji viskoznih vlakana je teška topljivost drvene celuloze. Da bi se dobila vlakna prilikom preoblikovanja drvene celuloze koristi se niz fizikalno kemijskih obrada. Postoje dvije glavne skupine viskoznih vlakana: obična ili standardna viskozna vlakna i modificirani tipovi vlakana kao što su modalna, polinozna, tehnički filament, šupljikava vlakna i dr. [4]. Poprečni presjek i uzdužnu sliku viskoznih vlakana vidimo na slici 8.



**Slika 8.** Poprečni presjek i uzdužna slika viskoznih vlakana (Skenirajući elektronski mikroskop) [5, 8]



**Liocelna vlakna** označavamo sa CLY. Poprečni presjek i uzdužnu sliku liocelnih vlakana vidimo na slici 5. To su umjetna vlakna izgrađena od molekula celuloze II i dobivena otapanjem celuloze u organskim otapalima bez stvaranja derivata. Liocelna vlakna snažno osvajaju tržište radi toga što imaju ekološki povoljan postupak proizvodnje, što je u današnje vrijeme dosta bitno. Proizvodnja vlakana se odvija u potpuno zatvorenom kružnom procesu, uz gotovo potpunu regeneraciju otapala. Otapala koja se upotrebljavaju su na osnovi morfolin oksida, dok je taložno sredstvo voda. Gledajući strukturu glatke su površine, presjek im je kružan do ovalan (Slika 9). Liocelna vlakna se proizvode kao vlasasta vlakna koja imaju različite finoće i duljine i to kao vunarski i pamučarski tipovi, ali u novije vrijeme kao mikro vlakna, vlakna za netkani tekstil te vlakna za ispunu kao npr. topla odjeća, pokrivači. Odjeća koja sadrži liocelna vlakna ima lijepi pad, ugodna je za nošenje, ne gužva se [4, 9].



**Slika 9.** Poprečni presjek liocelnih vlakana (optički mikroskop) [5, 8]

U tablici 2 dan je usporedni prikaz svojstava pamučnih, viskozni i liocelnih vlakana.

**Tablica 2.** Usporedba svojstava modalnih, liocelnih, viskozni i pamučnih vlakana [4, 10]

<b>Vlakno</b>	<b>Liocelno</b>	<b>Viskozno</b>	<b>Pamučno</b>
DP celuloze	550 - 600	300 - 350	2000 - 3000
Čvrstoća [cN/tex]			
- u suhom stanju	34 – 40	22 – 26	20 – 24
- u mokrom stanju	28 – 35	10 – 15	26 - 30
Prekid. Istezanje [%]			
- u suhom stanju	6 – 12	20 – 25	7 – 9
- u mokrom stanju	8 – 14	25 – 30	12 – 14
Repriza [%]	11 – 13	13	8
Gustoća [g/cm <sup>3</sup> ]	1,52	1,50 – 1,52	1,50 – 1,54
Stupanj fibrilacije (min 0, maks 6)	4 - 6	1	2
Finoća [dtex]	1 – 50	1 - 50	1,5 - 2

### 2.3. Projektiranje i proces izrade kratkih čarapa

Kod označavanja veličine obuće, ali i veličine čarapa tjelesna duljina stopala je polazna osnovica. Pored donje značajna je i gornja duljina stopala te širina i opseg stopala. Prilikom navlačenja čarape na nogu, najveća rastezljivost se ostvaruje kada se čarapa navlači preko pete u području gležnja. Zbog toga je izmjera opsega gležnja značajna veličina pri projektiranju oblika čarape. Označavanje veličine obuće je različito u različitim zemljama. U Republici Hrvatskoj se za označavanje veličine čarapa koriste hrvatske norme. Na slici broj 10. vidimo kako se vrši izmjera dužine stopala, opsega u visini gležnja, opseg gležnja i polovica opsega stopala [11].



**Slika 10.** Izmjere stopala [11]

Za izradu kratkih čarapa najčešće koristimo kružnopletaće strojeve malog promjera, koje svrstavamo u čaraparske automate. Podjela tih čaraparskih automata je na jednoiglenične, koji se najviše koriste te na dvoiglenične i dvocilindrične čaraparske automate. Kod izrade čarapa dosta je bitan promjer cilindra koji direktno utječe na širinu tijela. Male čarape za dojenčad se izrađuju na automatima promjera cilindra 70 ili 75 mm. Za odrasle koristimo automate sa cilindrom promjera od 95 do 108 mm. Od svih kratkih čarapa najčešće se izrađuju čarape za odrasle muške osobe koje imaju tjelesnu duljinu stopala 25 do 27 cm, odnosno nose veličinu obuće od 40 do 44. Osim promjera cilindra, na širinu tijela i stopala čarape utječu i druge značajke procesa pletenja kao što je dubina kuliranja te finoća i elastičnost pređe, broj pređa koji se upliću u red pletiva kao i preplet u kojem se izrađuju pojedini dijelovi čarape. Prilikom projektiranja čarapa potrebno je znati namjenu čarapa i njezina uporabna svojstva. Kao što je ranije napomenuto većina kratkih čarapa se izrađuje na jednocilindričnim čaraparskim automatima u temeljnom platirnom prepletu [11].

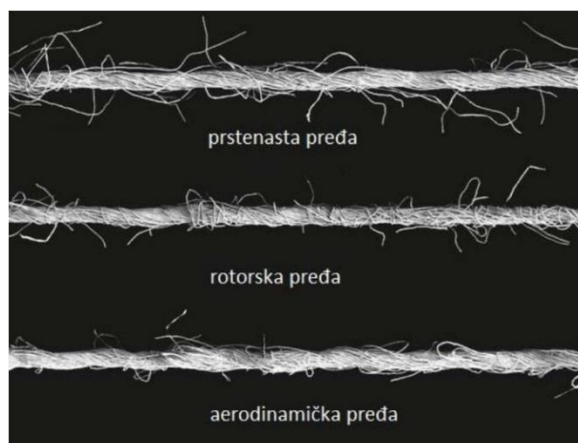
Proizvodnja kratkih čarapa pripada u tzv. deblji čaraparski program. Pri izradi istih slijedno se provode sljedeće radne operacije:

- pletenje – ponajprije okrajka (odn. rendera) potom tijela čarape, pete, stopalnog dijela čarape i na posljetku prstiju;
- mehanička dorada – okretanje čarape i šivanje prstiju;
- termička dorada – glačanje i termofiksiranje odn. stabiliziranje dimenzija te
- završna kontrola, razredba i pakiranje [12].

### **2.3.1. Proizvodni postupci izrade predene pređe za kratke čarape**

Glavnina kratke čarape izrađena je iz jednonitne ili dvonitne predene pređe, koja ima najveći maseni udio pamuka, vune ili njihovih mješavina sa sintetskim vlaknima. Kako je istezljivost čarape bitna karakteristika koja dolazi do izražaja prilikom izrade čarapa, utvrđeno je da jednonitne pamučne i vunene pređe imaju veću prekidnu istezljivost od svojih višenitnih inačica. Pri izradi čarapa, pređa se u pletači stroj dovodi iglama u istegnutom stanju. Nakon same izrade, pređe se skupljaju vraćajući se u prvobitno stanje, dok pletivo koje oblikuje čarapu se skuplja 30 - 50 %. Skupljanje pletiva u tom slučaju omogućuje upravo elastičnost poliamidne multifilamentne pređe. Prekidna istezljivost te pređe iznosi 30 % [12]. Kod gornjeg okrajka tijela čarape, koji nazivamo render, potrebna je veća elastičnost, pa se za ovaj dio u pravilu upliće elastanska nit (gumica) koja ima svrhu pridržavanja čarape u samostojećem položaju uz nogu. Da bi kvaliteta čarape bila zadovoljavajuća sve tri upletene niti moraju imati svoju funkciju. Za pletenje klasične muške čarape najčešće koristimo jednonitne bojadisane pamučne niti i dvonitne predene pređe finoće 10, 12, 14, 17 ili 20 tex-a. Još uz to koristimo bojadisane poliamidne teksturirane multifilamentne pređe finoće 112, 136 ili 156 dtex. Masa koju ima par ovakvih punijih kratkih čarapa iznosi 40 - 50 g, a finijih 20 - 30 g [12].

U suvremeno vrijeme, uz temeljnu nit u pletenju, koristimo inovativne pređe iz mješavina umjesto poliamidne pređe za platiranje [13, 14, 15]. Kao temeljno predivo u izradi kratkih čarapa uobičajeno primjenjujemo jednonitne predene pređe, koje se dobivaju konvencionalnim postupkom prstenastog predenja. U novije vrijeme u primjeni su inovativne pređe, koje su predene nekonvencionalnim rotorskim i aerodinamičkim postupkom. Postupci stvaraju pređu različite strukture i svojstava, ali i površinske dlakavosti (Slika 11).

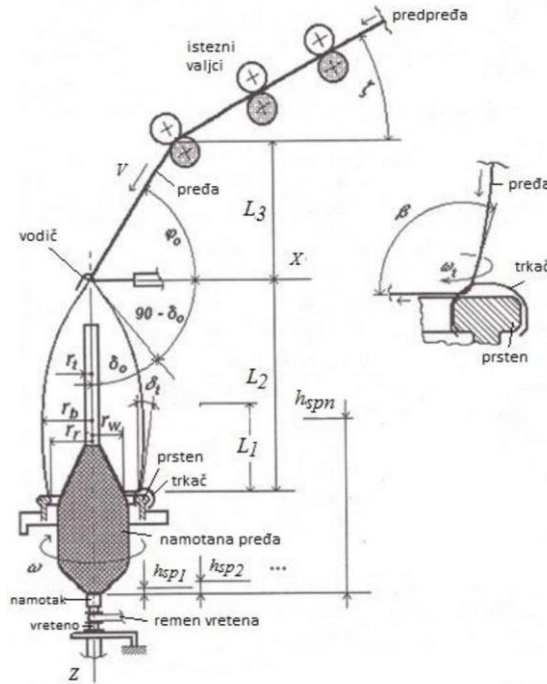


**Slika 11.** Usporedba pređa proizvedenih prstenastim, rotorskim i aerodinamičkim postupkom pređenja [16]

Vlasasta vlakna koja koristimo za pređenje se dijele u dvije skupine. Tu podjelu smo napravili sa obzirom na duljinu, a prema tome su usavršena dva načina izrade pređe. U prvoj skupini se nalaze pamučna vlakna te vlakna pamučnog tipa, odnosno vlakna kratkog vlaska duljine 20 - 60 mm. Drugu pak skupinu sačinjavaju vunena vlakna te vlakna vunenog tipa, odnosno vlakna dugog vlaska duljine 60 - 180 mm. Procesi za izradu pređa od navedenih vrsta su međusobno različiti i kompleksni, no dijelimo ih u sljedeće faze: otvaranje, čišćenje i miješanje, grebenanje, priprema za češljanje, češljanje, istezanje, predpređenje, pređenje, prematanje i končanje.

U ovome radu su primijenjene pređe dobivene prstenastim postupkom pređenja, rotorskim postupkom pređenja i aerodinamičkim postupkom pređenja.

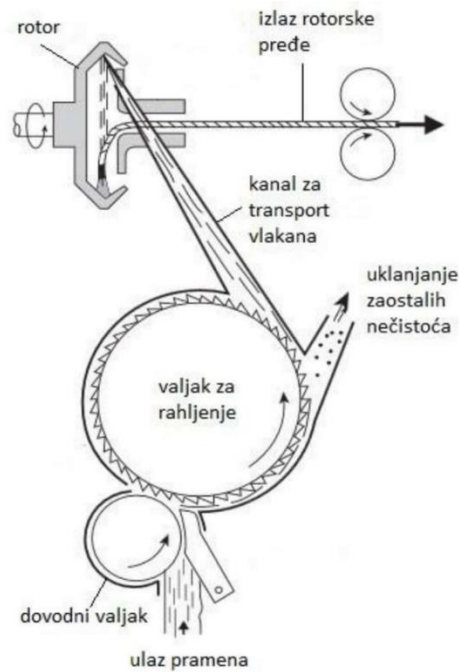
Kod **prstenastog postupka pređenja** pređa se sa namotka uvodi u istezni uređaj, gdje valjak vrši njeno istezanje. Nakon toga izlaskom iz isteznog uređaja pređa prolazi kroz vodič koji uju vodi na trkač prstenaste predilice. Vretenskom trakom dolazi do okretanja vretena, i samim time dolazi kretanja trkača po prstenu, što dovodi do uvijanja pređe, i samim time pređa postaje čvršća. Jedan okretaj trkača ima za rezultat jedan uvoj pređe. Namatanje pređe na predionički namotak se događa radi zaostajanja trkača za vretenom uslijed visoke sile trenja između trkača i prstena, te sile otpora zraka koja djeluje na trka i sam namotak. Uslijed procesa prstenastog pređenja, vlakna u predpređi i pređi su izravnata te su međusobno paralelna. Broj uvoja pređe je zavisao o vrsti vlakana, namjeni te željenoj finoći [17]. Na slici 12 vidimo shematski prikaz prstenaste predilice.



**Slika 12.** Shematski prikaz prstenaste predilice [18]

Vlakna u prstenastoj pređi imaju dobru orijentaciju, te pređa ima dobra svojstva čvrstoće i uvijenosti. Uvijenost raste od središta prema površini, gdje su vlakna najviše uvijena. U poprečnom presjeku prstenaste pređe, imamo minimalan broj vlakana od 50 - 75. Ovu vrstu pređe koristimo za izradu plošnih proizvoda za odijevanje, posteljnog rublja, pređe za šivanje u industriji obuće. Raznovrsnost uporabe prstenaste pređe je moguća pošto se proizvodi u rasponu finoće 7,5 do 500 tex-a [17].

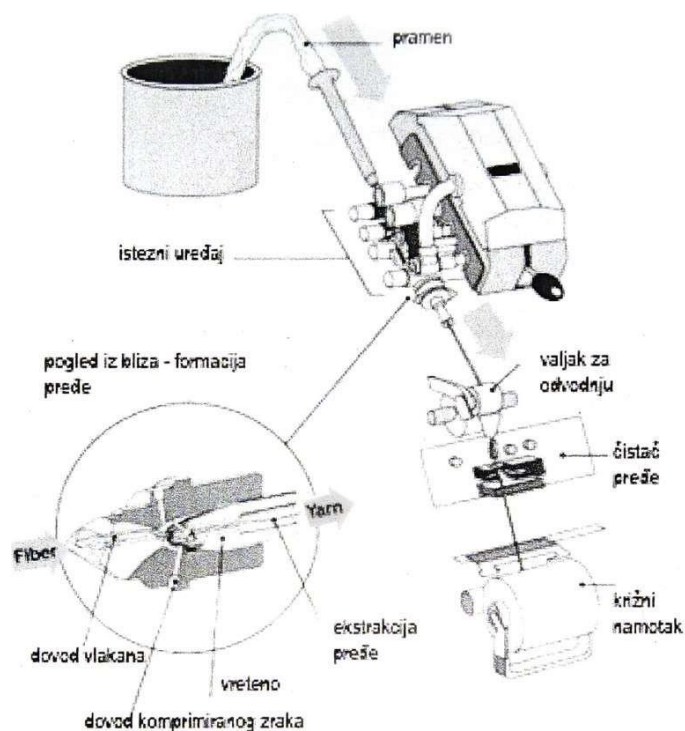
Kod **rotorskog postupka predenja** pramen sa faze istežanja ulazi u rotorsku predilicu. Nakon toga se dovodi do valjka za rahljenje, gdje taj valjak otvara pramen do pojedinačnih vlakana uklanjajući zaostale nečistoće. Uslijed djelovanja podtlaka, u odvodnom kanalu valjka, odnosno dovodnom kanalu rotora, pojedinačna vlakna silaze sa valjka. Zbog djelovanja centrifugalne sile, koju je uzrokovao rotor, pri brzini 150000 okretaja u minuti vlakna se skupljaju u snop te se vrtnjom po stjenkama rotora međusobno uvijaju, uslijed čega za posljedicu imamo formiranje pređe. Pređa koja je nastala se odvodnim valjcima prenosi do valjka za namatanje, uz pomoću kojih se namata na križni namotak. Na slici 13 vidimo shematski prikaz rotorske predilice [17].



**Slika 13.** Shematski prikaz rotorske predilice [18]

Rotorska pređa u odnosu na prstenastu ima manju čvrstoću i krutost, uvijenost je najveća u središtu pređe, a smanjuje se prema njenoj površini. Minimalan broj vlakana u poprečnom presjeku rotorske pređe je između 90 i 110. Postupak proizvodnje rotorske pređe u odnosu na postupak prstenastog predenja nema fazu predpredenja i fazu prematanja. Zbog kraćeg postupka proizvodnje, rotorske predilice imaju višestruko bolji učinak proizvodnje pređe naspram prstenastih predilica [19].

Uz pomoć komprimiranog zraka **aerodinamična pređa** se izrađuje u mlaznici za ispredanje. Zrak se dovodi tangencijalno kroz četiri male rupice, gdje postiže brzinu od milijun okretaja po minuti. Rotiranje slobodnih krajeva vlakana pređe oko vretena koje miruje i stvaranje vakuuma su dvije funkcije koje pokretanje zraka, odnosno vortex ima. Slobodni krajevi vlakana omotavaju se oko jezgre pređe zbog njihove rotacije, dok jezgra vlakana ostaje paralelna na os struje vlakana.



**Slika 14.** Shematski prikaz aerodinamičke predilice [18]

Poslije istezanja pramen se dovodi do isteznog uređaja, koji je sastavljen od 4 para valjaka. Nakon istezanja snop vlakana u isteznom uređaju ulazi u prvu zonu uvijanja vlakana strujom zraka u smjeru S. Kod druge zone pređa se uvija u suprotnom smjeru, odnosno u smjeru Z, i to između frikcijskih valjaka ili strujom zraka. Plašt pređe smo dobili uvijanjem rubnih vlakana u smjeru Z, te se time prividno gube vlakna jezgre pređe. Nakon toga pređa odvodnim valjcima, prolazi pored odsisnog uređaja, čistača, te se namata na križni namotak što vidimo na slici 14.

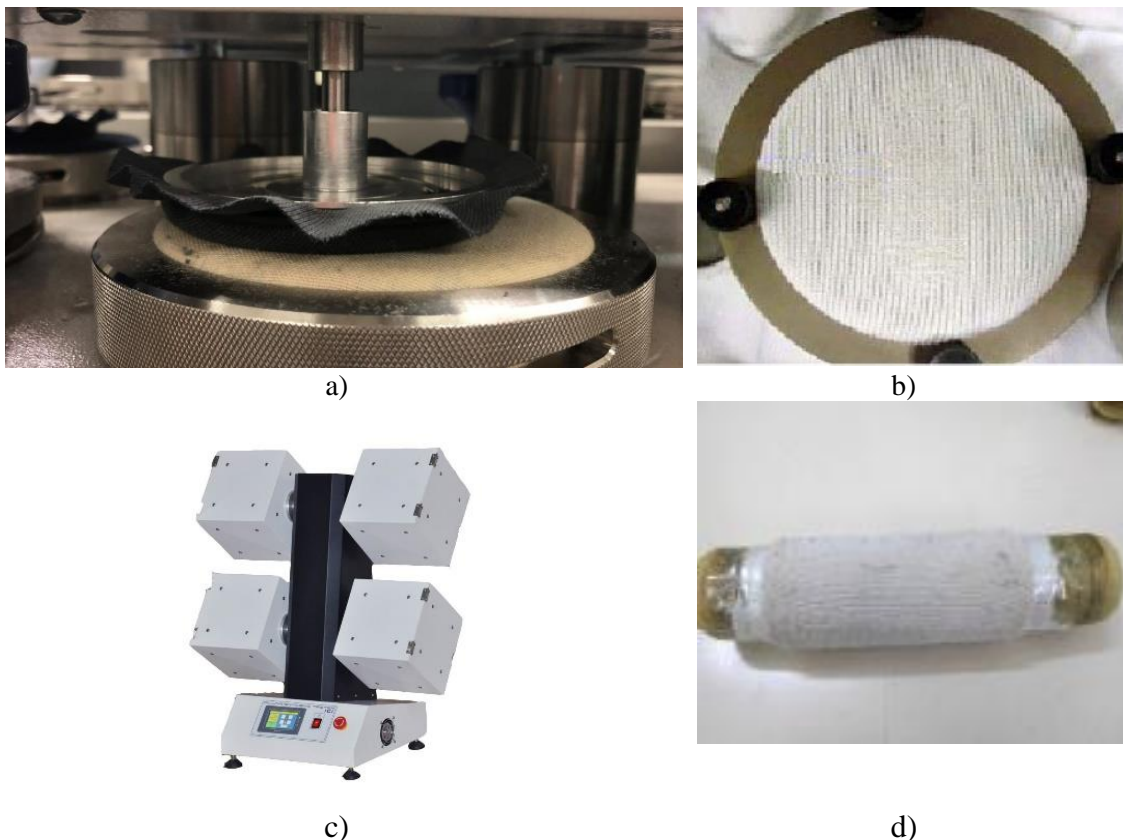
Struktura aerodinamičke pređe ima relativno paralelnu jezgru vlakana koje se drže zajedno pomoću napetosti površine. Jezgrom vlakana nazivamo paralelna vlakna, a omotačem obavijajuća. Aerodinamička pređa zbog određenog i posebnog načina formiranja pokazuje smanjenu sklonost površinske migracije vlakana [20].

#### **2.4. Ispitivanje sklonosti pilingu pletiva čarapa**

Pod pilingom se razumijeva pojava izvlačenja stršećih vlakana te manjih ili većih grudica zamršenih vlakana na površini pletiva čarapa. Do tvorbe pilinga dolazi zbog zamrsivanja stršećih vlakana na površini pletiva čarapa tijekom nošenja odnosno uporabe čarape. Tijekom nošenja čarape, zbog trošenja i habanja, količina stršećih vlakana na površini pletiva se povećava, a nastali piling značajno umanjuje njihovu uporabnu vrijednost,

ponajprije zbog narušenog estetskog izgleda. Laboratorijski testovi ispitivanja **sklonosti pilingu** su osmišljeni na način da ubrzavaju sva tri procesa koja uzrokuju nastanak pilinga kod nošenja: povećanje količine stršećih vlakana, njihovo zamrsivanje i trošenje. Metode ispitivanja sklonosti pilingu u području europskih normi su vezane uz ispitivanje plošnog tekstila i možemo ih grubo podijeliti u dvije skupine: metode habanja i metode tumbanja (Slika 15).

Skлонost nastanku pilinga pletiva čarapa odn. sklonost izvlačenju vlakana i njihovo zamrsivanje na površini pletiva koje umanjuje estetsku vrijednost gotove čarape najčešće se vrjednuje metodom habanja prema preinačenoj metodi po Martindale-u, pri čemu se tvorba pilinga inicira plošnim habanjem ispitivanog pletiva učvršćenog na habajuću glavu o referentnu vunenu tkaninu ili istovrsno pletivo čarape na podlozi instrumenta slijedeći Lissajous-ovu krivulju. Ocjena sklonosti pilingu (1 - 5) daje se vizualno usporedbom s početnim uzorkom i odgovarajućim etalonima nakon definiranog broja habajućih ciklusa [21 - 23].



**Slika 15.** Ispitivanje sklonosti pletiva nastanku površinskog pilinga: a) metoda habanja - habalica prema Martindale-u, b) uzorak pletiva na radnom mjestu instrumenta - tvorba pilinga plošnim habanjem, c) metoda tumbanja – instrument s rotirajućim komorama, d) uzorak pletiva - tvorba pilinga tumbanjem [22]



### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Temeljni pristup istraživanju

Uporabna trajnost i estetska svojstva kratkih čarapa ogledaju se u smanjenoj sklonosti pojave površinskog pilinga tijekom nošenja. Kako je s tim u vezi veoma značajno odabrati odgovarajuće pređe za njihovu izradu cilj ovog rada je:

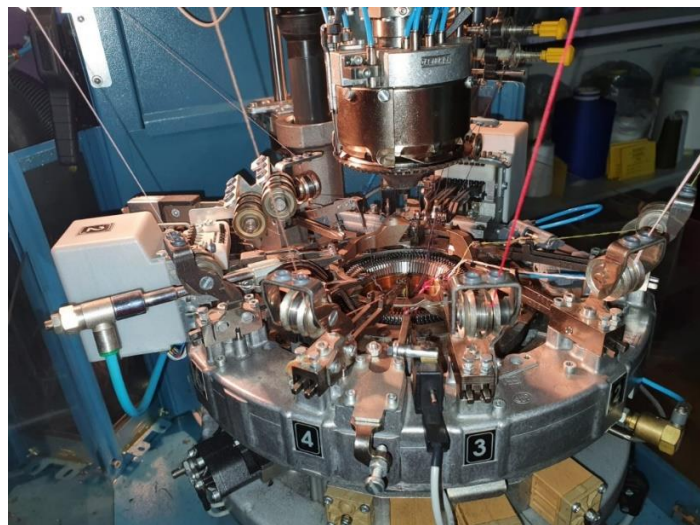
- Ispitati sklonost površinskom pilingu dvije skupine kratkih čarapa pletenih jednonitnim pređama izrađenih postupkom prstenastog, rotorskog i aerodinamičkog pređenja iz viskoznih i liocelnih vlakana u potpunom platiranju poliamidnom multifilamentnom pređom različite finoće, a u usporedbi s čarapama pletenim istovrsnim pamučnim i poliesterskim pređama izrađenih postupkom prstenastog pređenja uz uplitanje poliamidne pređe.
- U svrhu praćenja utjecaja tipa primijenjene pređe na sklonost pilingu kratkih čarapa iz nedovoljno istraženih umjetnih regeneriranih celuloznih vlakana, primijeniti preinačeni postupak ispitivanja primjenom habalice prema Martindale-u uz uzorkovanje pletiva iz tijela čarape te provedbu ispitivanja prije i nakon pet uzastopnih ciklusa simulirane kućanske njege (pranja i sušenja) i prethodno utvrđena temeljna svojstva čarapa - masu čarapa, plošnu masu, debljinu i gustoću pletiva čarapa primjenom normiranih metoda.

### 3.2. Uzorci čarapa

U radu su primijenjeni uzorci muških kratkih čarapa bijele boje, koje su projektirane i izrađene u veličini 42 na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu, Zavodu za menadžment i projektiranje tekstila. Za izradu uzoraka čarapa primijenjen je jednoiglenični čaraparski automat finoće E9 tt. Lonati, Italija, naziva Goal FL 626 (Slika 16) promjera cilindra 95 mm odnosno ( $3 \frac{3}{4}$  inča) koji je pleo sa 108 igala i namijenjen je za izradu punijih pamučnih kratkih čarapa srednje finoće. Za izradu čarapa primijenjen je računalni upravljački program kojim se upravlja pletenje čarapa. U programu su ugrađene sve značajnije vrijednosti za izradu čarapa kod kojih se upliću četiri pređe u red pletiva. Za svaki red i dionicu čarape definirana je dubina kuliranja i brzina pletenja prema kojoj je usklađena i brzina dopremanja pređa s namotaka. Također je precizno definirano mjesto isključivanja/uključivanja vodiča iz/u rad s određenim pređama. Prema izrađenom upravljačkom programu vrijeme za pletenje jedne čarape je iznosilo  $178 \pm 4$  sekunde. Po šivanju prstiju čarape su izglaçane na metalnim kalupima propisane veličine i termofiksirane pri temperaturi od  $120 \text{ }^\circ\text{C}$  na stroju tt. Cortese [23].



a)



b)

**Slika 16.** Jednoiglenični čaraparski automat Goal FL 626, tt. Lonati, Italija

Izrađene su dvije skupine čarapa (označene: A i B) u desno-lijevom kulirnom višestruko potpuno platirnom prepletu s najvećim masenim udjelom viskoznih ili liocelnih vlakana. Pritom su primijenjene predene pređe jednake finoće (20 tex) - jednonitne pređe od vlasastih *viskoznih* ili *liocelnih vlakana* prosječne finoće 1,3 dtex i duljine 38 mm dobivene postupkom prstenastog, rotorskog i aerodinamičkog predenja. U svaki red

pletiva čarapa upletene su četiri niti pređe – tri temeljne i jedna platirna poliamidna multifilamentna teksturirana pređa (poliamid 6.6, PA 6.6) s tim da je u okrajak (ili render) čarape dodatno upletena jedna grublja elastanska monofilamentna pređa (tzv. *gumica*) kako slijedi:

- Čarape **skupine A** su u okrajku platirane elastanskom pređom finoće 54 tex i poliamidnom multifilamentnom teksturiranom pređom oznake PA 6.6 156 dtex f 42 (finoće 156 dtex, izrađene iz 42 monofilamentnih niti). Ostatak čarape je platiran s pređom iz PA 6.6 odn. multifilamentnom teksturiranom pređom finoće 156 dtex, pri čemu su u svaki red pletiva upletene tri istovrsne jednonitne predene pređe od viskoznih ili liocelnih vlakana dobivene postupkom prstenastog, rotorskog i aerodinamičkog pređenja, finoće 20 tex.
- Čarape **skupine B** su u okrajku platirane elastanskom pređom finoće 54 tex i poliamidnom multifilamentnom teksturiranom pređom oznake PA 6.6 220 dtex f 68 (finoće 220 dtex, izrađene iz 68 monofilamentnih niti). Ostatak čarape je platiran s pređom iz PA 6.6 odn. multifilamentnom teksturiranom pređom finoće 220 dtex, pri čemu su u svaki red pletiva upletene tri istovrsne jednonitne predene pređe od viskoznih ili liocelnih vlakana dobivene postupkom prstenastog, rotorskog i aerodinamičkog pređenja, finoće 20 tex.
- Uzorci čarapa iz pamuka i poliestera izrađeni su iz pređa pređenih prstenastim postupkom na isti način.

U tablici 3 prikazana su temeljna svojstva pređa primijenjenih za izradu čarapa, a u tablici 4 sirovinski sastav tijela i okrajka čarapa primijenjenih za ispitivanje [23].

**Tablica 3.** Temeljna svojstva pređa primijenjenih za izradu čarapa

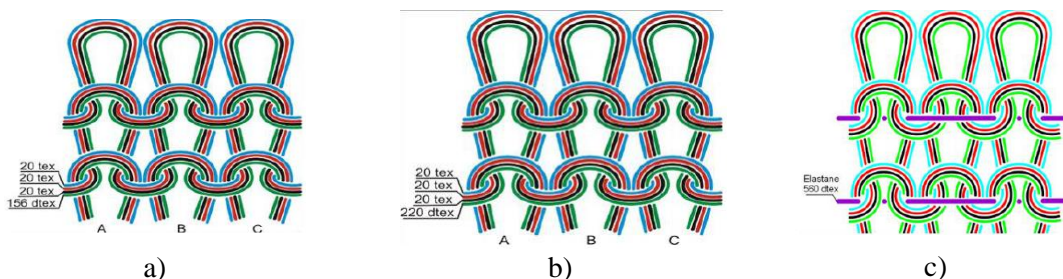
Pređa	Finoća [tex]	Prekidna sila [cN]	Prekidno istezanje [%]	Prekidna čvrstoća [cN/tex]	Rad do prekida [cNcm]
PA 6.6 156 dtex f 42	15,6	652 ± 8	26,7 ± 0,6	41,8 ± 0,5	4775 ± 180
PA 6.6 220 dtex f 68	22,0	991 ± 4	28,5 ± 0,2	45,0 ± 0,2	7846 ± 81
ELASTAN	54,0	551 ± 14	321,0 ± 18	10,2 ± 0,4	2467 ± 324
PAM-P	20,0	302 ± 5	3,7 ± 0,1	15,1 ± 0,3	301 ± 10
PES-P	20,0	432 ± 13	11,0 ± 0,2	21,6 ± 0,7	1108 ± 45
CV-P	20,0	312 ± 5	13,8 ± 0,3	15,6 ± 0,5	1379 ± 49
CV -R	20,0	267 ± 9	10,5 ± 0,3	13,4 ± 0,4	919 ± 50
CV -A	20,0	286 ± 9	12,3 ± 0,4	14,3 ± 0,5	1075 ± 59
CLY-P	20,0	532 ± 13	9,6 ± 0,2	26,6 ± 0,7	1515 ± 68
CLY -R	20,0	402 ± 15	8,3 ± 0,3	20,1 ± 0,8	974 ± 65
CLY -A	20,0	444 ± 12	7,9 ± 0,2	22,2 ± 0,6	1086 ± 56

**Legenda:** CV- viskoza P - prstenasto pređenje  
 CLY- liocel R - rotorsko pređenje  
 PAM- pamuk A - aerodinamičko pređenje  
 PES- poliester

**Tablica 4.** Sirovinski sastav pletiva čarapa u tijelu čarape i okrajku

Prosječni sirovinski sastav [%]			
Skupina čarapa	Pređa	Tijelo čarape	Okrajak čarape
A	Temeljna pređa	79 ± 1	55 ± 1
	Poliamid 6.6	21 ± 1	14 ± 1
	Elastan	/	31 ± 1
B	Temeljna pređa	71 ± 1	52 ± 1
	Poliamid 6.6	29 ± 1	19 ± 1
	Elastan	/	29 ± 1

Slika 17 daje shematski prikaz strukture pletiva tijela i okrajka čarapa (Skupine A i B), a u tablicama 5 i 6 opis ispitanih uzoraka čarapa uz pripadajuće oznake koje će se nadalje koristiti u ovom radu.



**Slika 17.** Shematski prikaz strukture pletiva: tijela čarapa a) skupine A, b) skupine B, c) okrajka čarapa [24]

**Tablica 5.** Oznake i opis uzoraka čarapa skupine A

<b>CV-P-A</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od viskoznih vlakana dobivenih postupkom prstenastog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 156 dtex.
<b>CV-R-A</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od viskoznih vlakana dobivenih postupkom rotorskog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 156 dtex.
<b>CV-A-A</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od viskoznih vlakana dobivenih postupkom aerodinamičkog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 156 dtex.
<b>CLY-P-A</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od liocelnih vlakana dobivenih postupkom prstenastog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 156 dtex.
<b>CLY-R-A</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od liocelnih vlakana dobivenih postupkom rotorskog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 156 dtex.
<b>CLY-A-A</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od liocelnih vlakana dobivenih postupkom aerodinamičkog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 156 dtex.
<b>PAM-P-A</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od pamučnih vlakana dobivenih postupkom prstenastog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 156 dtex.
<b>PES-P-A</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od poliesterskih vlakana dobivenih postupkom prstenastog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 156 dtex.

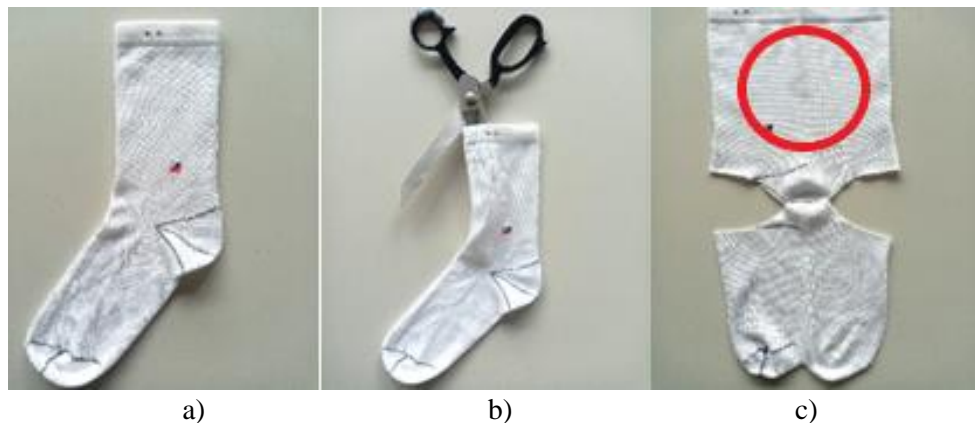
**Tablica 6.** Oznake i opis uzoraka čarapa skupine B

<b>CV-P-B</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od viskoznih vlakana dobivenih postupkom prstenastog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 220 dtex.
<b>CV-R-B</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od viskoznih vlakana dobivenih postupkom rotorskog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 220 dtex.
<b>CV-A-B</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od viskoznih vlakana dobivenih postupkom aerodinamičkog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 220 dtex.
<b>CLY-P-B</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od liocelnih vlakana dobivenih postupkom prstenastog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 220 dtex.
<b>CLY-R-B</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od liocelnih vlakana dobivenih postupkom rotorskog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 220 dtex.
<b>CLY-A-B</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od liocelnih vlakana dobivenih postupkom aerodinamičkog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 220 dtex.
<b>PAM-P-B</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od pamučnih vlakana dobivenih postupkom prstenastog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 220 dtex.
<b>PES-P-B</b>	Pletene s 4 pređe u svakom redu: tri jednonitne predene pređe od poliesterskih vlakana dobivenih postupkom prstenastog pređenja finoće 20 tex te jedne poliamidne finoće 220 dtex.

### 3.3. Ispitne metode

Uzorci kratkih čarapa predviđeni za ispitivanje su položeni na stol u prostoru referentne atmosfere za ispitivanje, definiranih parametara stanja zraka: relativne vlažnosti  $65 \pm 4$  % i temperature  $20 \pm 2$  °C najmanje 24 sata kako bi se u relaksiranom stanju kondicionirali prije ispitivanja i izrezivanja ispitnih uzoraka pletiva, a prema normi HRN EN ISO 139:2008/A1:2011 [25].

Prije izrezivanja uzoraka pletiva, čarape su razrezane na način kako je prikazano na slici 18. Najprije je škarama uzdužno razrezan prednji dio čarape od okrajka do šava prstiju. Potom je po širini čarape razrezan dio pete po poprečnoj liniji pete s obje strane.



**Slika 18.** Priprema uzorka čarape za ispitivanje: a) cijela čarapa, b) razrezivanje čarape, c) čarapa pripremljena za uzorkovanje pletiva (crveni krug – uzorak za ispitivanje pilinga)

#### 3.3.1. Ispitivanje temeljnih svojstva kratkih čarapa

Na svim uzorcima čarapa utvrđena su temeljna svojstva: masa čarape, plošna masa, debljina te gustoća pletiva, odnosno broj nizova i redova očica po jediničnoj duljini, prema normiranim metodama. Ispitivanja su provedena na uzorcima čarapa prije i nakon pet uzastopnih ciklusa simulirane kućanske njege (pranja i sušenja).

##### a) Masa čarapa

Masa svake čarape predviđene za ispitivanje utvrđena je vaganjem na analitičkoj vagi (Slika 19.a), prije te nakon jednog i pet opetovanih ciklusa kućanske njege. Rezultat je iskazan uz preciznost 0,01 g.

**b) Plošna masa (HRN ISO 3801:2003 [26])**

Plošna masa definirana je kao masa četvornog metra plošnog tekstila izražena u gramima. Iskazuje se uz pomoć oznake  $m_A$ , 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 referentne atmosfere za ispitivanje (dalje u tekstu SAI) definiranih normom HRN EN ISO 139:2008/A1:2011, iz svakog kondicioniranog uzorka pletiva čarape, pomoću kružnog rezača odgovarajućeg promjera izrezane su epruvete za ispitivanje plošne mase površine  $100 \text{ cm}^2$ . Izrezani uzorci izvagani su na analitičkoj vagi preciznosti mjerenja  $0,0001 \text{ g}$ .

**c) Debljina plošnog proizvoda (HRN EN ISO 5084:2003 [27])**

Debljina plošnog proizvoda definirana je kao razmak između dvije ravne metalne paralelne ploče koje su međusobno razdvojene plošnim tekstilnim proizvodom, koja se nalazi pod određenim pritiskom. Debljina se iskazuje u mm, a mjeri pomoću debljinomjera (Slika 19.c), s preciznošću od  $0,01 \text{ mm}$ . Mjerenje je provedeno 10 puta na različitim dijelovima kondicionalnog pletiva razrezane čarapa, primjenom pritiskivača promjera  $50 \text{ mm}$  i silom pritiska od  $1 \text{ kP}$ . Rezultat je iskazan kao prosječna vrijednost uz pripadajući koeficijent varijacije.

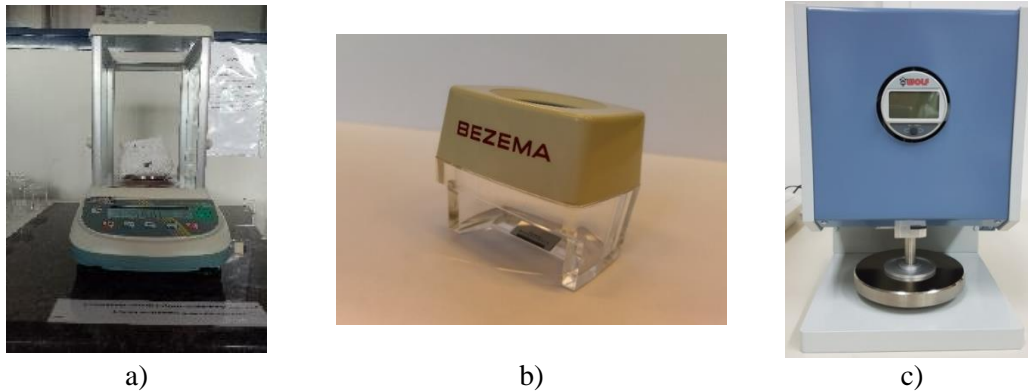
**d) Gustoća pletiva (HRN EN 14971:2008 [28])**

Gustoća pletiva definira je kao broj nizova i redova očica na duljini od  $1 \text{ cm}$ , a utvrđuje se izbrojavanjem. Mjerenje je provedeno na kondicioniranim uzorcima u uvjetima SAI pomoću tekstilnog povećala (Slika 19.b) veličine  $1 \times 1 \text{ cm}$ .

**e) Pranje i sušenje čarapa (HRN EN ISO 6330:2012 [29])**

Postupak pranja proveden je u referentnoj perilici rublja (tip A), prema metodi 3M, koji se provodi uz blagu mehaniku i na temperaturi od  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Za pranje je korišteno  $20 \text{ g}$  referentnog deterdženta ECE deterdženta bez fosfata i optičkog bjelila (A). Dodatno za

postupak pranja trebalo je dodati pamučnu balastnu tkaninu (tip 1), kako bi ukupna masa rublja (kratkih čarapa) predviđenog za pranje bila 2 kg. Sušenje uzoraka čarapa provedeno je u obješenom stanju (postupak A) nakon čega su uzorci ponovno kondicionirani u SAI uvjetima.



**Slika 19.** Ispitivanje temeljnih svojstava: a) vaganje čarape, b) tekstilno povećalo za ispitivanje gustoće pletiva čarapa, c) debljinomjer za ispitivanje debljine pletiva čarapa

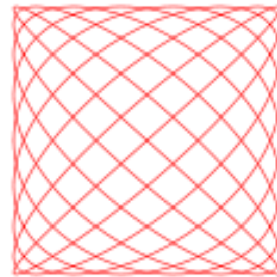
### **3.3.2. Ispitivanje sklonosti pletiva nastanku površinskog pilinga**

Ispitivanje sklonosti nastanku površinskog pilinga na pletivu čarapa provedeno je prema preinačenoj metodi prema Martindale-u u skladu s navodima norme HRN EN ISO 12945-2:2020 [30], habanjem ispitivanog uzorka pletiva čarapa o referentnu vunenu tkaninu. Pomoću kružnog rezača promjera 140 mm izuzeti su uzorci temeljnog pletiva čarapa. Prethodno se kao podložak na radno mjesto habalice prema Martindale-u (Slika 20) postavi filc i referentna vunena tkanina istih dimenzija, a na habajuću glavu filc promjera 90 mm. Nakon što se uzorci pletiva pričvrste, gornji nosače uzoraka se opterete utegom prstenastog oblika (masa nosača i pripadajućeg utega iznosi ca. 415 g, slika 21.a i c), a aparat se ispravno podesi u radni položaj. Gibanjem habajuće glave po podlozi prema Lissajous-ovoj krivulji provodi se simulacija nastanka pilinga te se nakon definiranog broja habajućih ciklusa (koji za pletiva iznosi 125, 500, 1000, 2000, 5000 i 7000) vizualno daje ocjena.





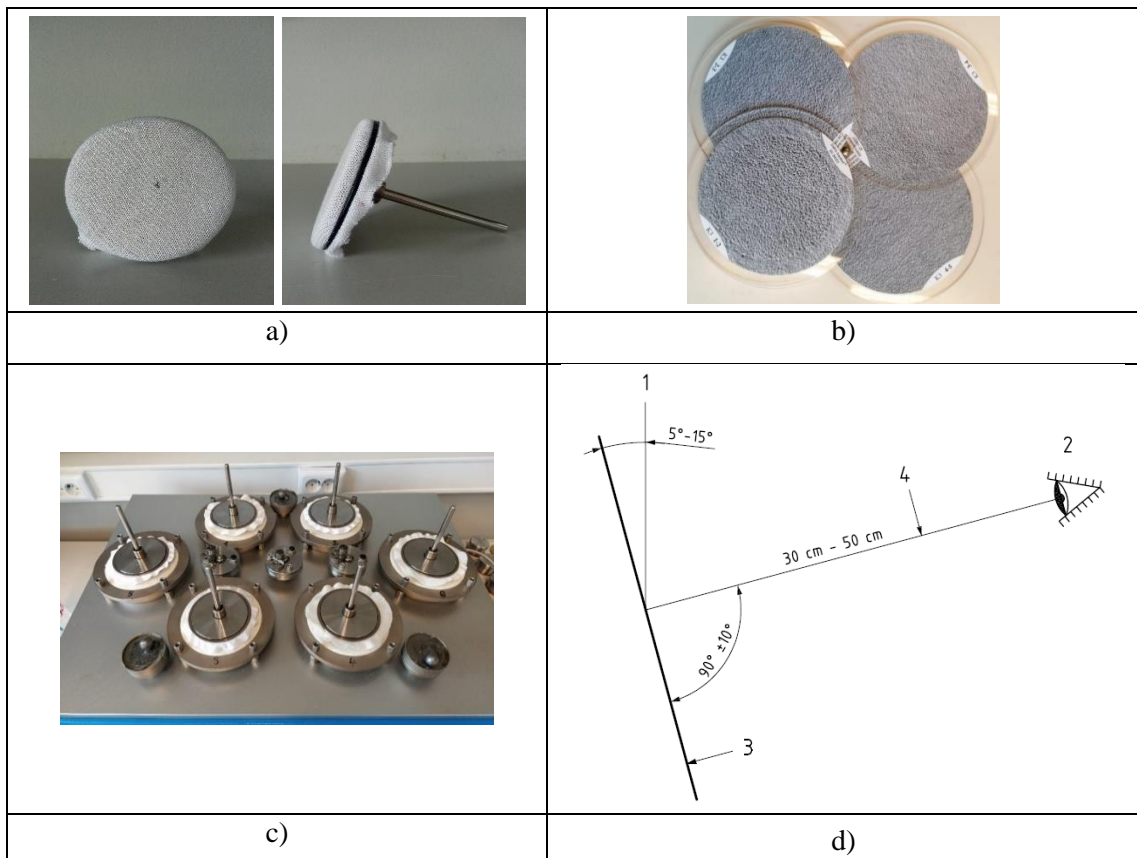
a)



b)

**Slika 20.** Habalica prema Martindale-u a), Lissajous-ova krivulja b) [31]

Ocjena sklonosti nastajanja površinskog pilinga na pletivu čarapa donosi se prema HRN EN ISO 12945-4:2020 [32] uz uporabu etalona (Slika 21.b), usporedbom početnog i habanog uzorka. Ocjene su od 1 (vrlo jaki piling) do 5 (nema pilinga), a možemo dati i prijelazne ocjene, primjerice 3/4. Ocjena se provodi pod referentnim dnevnim svjetlom uz udaljenost promatrača (30 - 50 cm) od vertikalno postavljenih uzoraka (Slika 21.d).



**Slika 21.** Ispitivanje sklonosti nastajanju površinskog pilinga na pletivu čarapa: a) pripremljen uzorak za ispitivanje, b) uzorci na habalici prema Martindale-u, c) 2D etaloni s pripadajućom ocjenom sklonosti pilingu, d) ocjena pilinga (1 – izvor svjetla, 2 – ocjenjivač, 3 – uzorak, 4 – udaljenost ocjenjivača od ispitivanog uzorka)

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

### 4.1. Temeljne karakteristike kratkih čarapa

U tablicama 7 – 10 prikazana su utvrđena temeljna svojstva čarapa i pletiva čarapa skupine A i B: masa čarape (tablica 7), masa pletiva čarape (tablica 8), gustoća pletiva čarape (tablica 9) i debljina pletiva čarape (tablica 10) prije i nakon pet uzastopnih ciklusa simulirane kućanske njege (pranja i sušenja). Oznake uzoraka i prikazanih rezultata detaljno su opisane u okviru legende ispod prikaza rezultata. U svrhu utvrđivanja značajnosti nastalih promjena po simulaciji kućanske njege, izračunate su i tablično prikazane postotne razlike utvrđenih vrijednosti u odnosu na početnu vrijednost ( $\Delta$ ).

**Tablica 7.** Masa uzoraka čarapa prije i nakon pet ciklusa kućanske njege

Uzorak	$m_0$ [g]		$m_5$ [g]		$\Delta m_5$ [%]	
	A	B	A	B	A	B
CV-P	19,70	21,73	19,84	21,81	0,71	0,37
CV-R	20,69	22,85	20,66	22,85	-0,14	0,02
CV-A	20,25	22,54	20,24	22,59	-0,06	0,22
CLY-P	19,78	22,23	19,88	22,27	0,51	0,18
CLY-R	20,06	22,50	20,07	22,58	0,06	0,35
CLY-A	20,25	22,78	20,26	22,72	0,06	-0,26
PAM-P	20,01	22,63	19,77	22,32	-1,20	-1,37
PES-P	19,59	21,93	19,69	22,01	0,49	0,37

**Legenda:** CV- viskoza P- prstenasto pređenje A- skupina čarapa  $m_0$  – masa neoprane čarape  
 CLY- liocel R- rotorsko pređenje B- skupina čarapa  $m_5$  – masa pet puta oprane čarape  
 PAM- pamuk A- aerodinamičko  $\Delta m_5$  – razlika u masi pet puta oprane čarape i neoprane čarape  
 PES- poliester pređenje

**Tablica 8.** Plošna masa pletiva čarapa prije i nakon pet ciklusa kućanske njege

Uzorak	$m_0$ [g/m <sup>2</sup> ]		$m_5$ [g/m <sup>2</sup> ]		$\Delta m_5$ [%]	
	A	B	A	B	A	B
CV-P	274,59	311,98	305,45	335,40	11,24	7,51
CV-R	272,15	306,20	317,75	330,54	16,76	7,95
CV-A	270,76	286,36	314,55	319,01	16,17	11,40
CLY-P	274,47	298,63	296,13	313,90	7,89	5,11
CLY-R	264,37	283,19	287,75	307,08	8,84	8,44
CLY-A	270,60	285,48	293,84	306,22	8,59	7,26
PAM-P	275,02	291,23	293,02	319,23	6,54	9,61
PES-P	249,17	288,20	261,65	301,08	5,01	4,47

**Legenda:** CV- viskoza P- prstenasto pređenje A- skupina čarapa  $m_0$  – plošna masa pletiva neoprane čarape  
 CLY- liocel R- rotorsko pređenje B- skupina čarapa  $m_5$  – plošna masa pletiva pet puta oprane čarape  
 PAM- pamuk A- aerodinamičko  $\Delta m_5$  – razlika u plošnoj masi pletiva pet puta oprane čarape i  
 PES- poliester pređenje neoprane čarape

Kako su unutar iste skupine sve čarape pletene pređama jednake finoće (odnosno duljinske mase), nisu utvrđene značajnije razlike u **masi čarapa** izrađenih od vlakana približno jednake finoće. Iz rezultata prikazanih u tablici 7 je vidljivo da su čarape skupine A manje mase u odnosu na čarape skupine B koje su teže (A: oko 20 g, B: oko 22 g). Masa kratke čarape skupine B je u prosjeku za 2 g veća od čarapa skupine A, a zbog primjene grublje multifilamentne pređe PA 6.6 korištene za platiranje. Povećanjem duljinske mase multifilamentne poliamidne pređe za platiranje (odnosno mase pređe na jediničnoj duljini) u skupini čarapa B povećava se i njihova masa. Nakon pet provedenih ciklusa pranja i sušenja, masa čarapa izrađenih u najvećem masenom udjelu iz viskoznih, liocelnih i poliesterskih vlakana neovisno o tipu pređa iz kojih su izrađene, se nije znatno promijenila ( $< \pm 1 \%$ ). Kod pamučnih čarapa je nakon simulirane njege utvrđeno smanjenje mase čarapa od oko 1,30 %.

**Broj nizova očica** pletiva tijela čarapa po jediničnoj duljini u svih je početnih uzoraka čarapa jednak i iznosi 6 nizova po centimetru, dok se **broj redova očica** minimalno razlikuje i iznosi 7 ili 8 redova po centimetru. Nakon pet provedenih pet ciklusa simulirane kućanske njege dolazi do skupljanja pletiva koje je značajnije u smjeru duljine čarapa i zabilježeno je kod svih ispitivanih uzoraka izrađenih u najvećem masenom udjelu iz celuloznih vlakna (u iznosu od 8 ili 9 redova očica /cm) što je vidljivo iz tablice 9. Kod čarapa izrađenih u najvećem masenom udjelu iz poliesterskih vlakna nisu utvrđene promjene u gustoći pletiva čarapa.

Analizom dobivenih rezultata **plošne mase** (Tablica 8) i **debljine** pletiva čarapa (Tablica 10) vidljivo je da su u početnih uzoraka čarapa skupine A utvrđene niže vrijednosti u odnosu na čarape skupine B, što je moguće obrazložiti finoćom pređa za platiranje primijenjenih u njihovu pletenju i povezati s prethodno raspravljenim rezultatima mase čarapa prikazanih u tablici 7. Ispitivanjem plošne mase pletiva čarape, jasno se uočava utjecaj grubljeg PA 6.6 kod uzoraka pletiva čarapa skupine B, koji su u prosjeku teži za  $25 \text{ g/m}^2$  u odnosu na uzorke skupine A. Iz navedenog proizlazi da su čarape skupine B deblje i punije. Unutar iste skupine (A i B), za gotovo sve čarape pletene pređama jednake duljinske mase, nisu utvrđene značajnije razlike u utvrđenim vrijednostima plošne mase i debljine pletiva čarapa. Izuzetak su čarape skupine A izrađene u najvećem masenom udjelu iz poliestera kod kojih je utvrđen manji iznos plošne mase pletiva u odnosu na druge istovrsne uzorke.

Nakon pet ciklusa kućanske njege plošna masa i debljina svih čarapa se značajnije povećavaju, što također potvrđuje da je došlo do skupljanja pletiva čarapa i/ili povećanja zbijenosti strukture.

Nakon pet ciklusa simulirane kućanske njege, veći porast u plošnoj masi uglavnom bilježe čarape skupine A, gdje su najznačajniji porast od 16 % pokazale čarape izrađene od viskoznih vlakana iz pređa predenih rotorskom i aerodinamičkom tehnikom predenja. Općenito gledajući, iz tablice 8 je vidljivo da se od čarapa izrađenih u najvećem masenom udjelu od celuloznih vlakana najveće povećanje u plošnoj masi bilježi kod pletiva iz viskoznih vlakana, dok su pletiva iz poliesterskih vlakna najstabilnije strukture.

Debljina pletiva čarapa skupine B je oko 8 % veća od skupine A, kako prije tako i nakon uzastopno provedenog ciklusa pranja i sušenja (Tablica 10). Pritom se od čarapa izrađenih u najvećem masenom udjelu od poliesterskih vlakana bilježi najmanje povećanje debljine po provedenoj simulaciji kućanske njege. Uz prosječne rezultate debljine pletiva čarapa prije i nakon simulacije kućanske njege, u tablici 10 dane su i vrijednosti pripadajućeg koeficijenta varijacije kao mjerila rasipanja mjernih rezultata, a iskazane u postocima. Nakon pet provedenih ciklusa pranja i sušenja, sveobuhvatno gledajući, uglavnom se bilježi manje odstupanje vrijednosti koeficijenta varijacije između pojedinih uzoraka pletiva čarapa, što ukazuje na veću jednolikost strukture pletiva čarapa po provedenoj njezi.

**Tablica 9.** Gustoća pletiva čarapa prije i nakon pet ciklusa kućanske njege

Uzorak	Početni uzorak				Pet puta opran i osušen uzorak			
	A		B		A		B	
	Nizova/ cm	Redova/ cm	Nizova/ cm	Redova/ cm	Nizova/ cm	Redova/ cm	Nizova/ cm	Redova/ cm
<b>CV-P</b>	6	8	6	8	7	9	6	9
<b>CV-R</b>	6	8	6	7	6	9	6	8
<b>CV-A</b>	6	8	6	8	6	8	6	8
<b>CLY-P</b>	6	7	6	7	7	9	6	9
<b>CLY-R</b>	6	7	6	7	6	8	6	8
<b>CLY-A</b>	6	8	6	8	7	8	6	8
<b>PAM-P</b>	6	8	6	8	6	9	6	9
<b>PES-P</b>	6	8	6	8	6	8	6	8

**Legenda:** CV- viskoza P- prstenasto pređenje A- skupina čarapa  
 CLY- liocel R- rotorsko pređenje B- skupina čarapa  
 PAM- pamuk A- aerodinamičko pređenje  
 PES- poliester

**Tablica 10.** Debljina pletiva čarapa prije i nakon pet ciklusa kućanske njege

Uzorak	$d_0$ [mm]		$\bar{d}_5$ [mm]		$\Delta\bar{d}_5$ [%]		$CV_0$ [%]		$CV_5$ [%]	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
<b>CV-P</b>	0,88	0,93	0,96	1,04	<b>9,09</b>	<b>11,83</b>	5,53	2,05	4,00	2,19
<b>CV-R</b>	0,90	0,94	0,97	1,03	<b>7,78</b>	<b>9,57</b>	4,72	1,55	4,26	1,82
<b>CV-A</b>	0,93	0,96	0,98	1,09	<b>5,38</b>	<b>13,54</b>	3,89	3,07	2,36	2,85
<b>CLY-P</b>	0,87	0,96	0,97	1,03	<b>11,49</b>	<b>7,29</b>	3,93	3,24	3,25	3,07
<b>CLY-R</b>	0,87	0,99	0,96	1,07	<b>10,34</b>	<b>8,08</b>	2,38	2,67	2,43	1,53
<b>CLY-A</b>	0,84	0,94	0,96	0,99	<b>14,29</b>	<b>5,32</b>	4,25	4,61	1,75	1,81
<b>PAM-P</b>	0,95	1,00	1,04	1,12	<b>9,47</b>	<b>12,00</b>	4,03	2,41	3,61	1,00
<b>PES-P</b>	0,89	1,00	0,93	1,05	<b>4,49</b>	<b>5,00</b>	3,34	4,09	3,20	2,98

**Legenda:** CV- viskoza  
CLY- liocel  
PAM- pamuk  
PES- poliester

P- prstenasto pređenje  
R- rotorsko pređenje  
A-aerodinamičko pređenje

A-skupina čarapa  
B-skupina čarapa

$d_0$  – početna prosječna debljina pletiva čarape  
 $\bar{d}_5$  – prosječna debljina pletiva čarape nakon pet ciklusa kućanske njege  
 $\Delta\bar{d}_5$  – razlika debljine pletiva čarape nakon pet ciklusa kućanske njege i neoprane čarape  
CV – koeficijent varijacije

#### 4.2. Sklonost nastanka površinskog pilinga na kratkim čarapama

Provedbom preinačene metode prema Martindale-u, utvrđena je sklonost površinskom nastanku pilinga na pletivu tijela svih uzoraka čarapa. Ocjene izgleda površine, početnih i pet puta opranih te osušenih uzoraka, dodijeljene nakon svakog kontrolnog pregleda po provedenom definiranom broju habajućih ciklusa, prikazane su u tablicama 11 i 12. Kako se sklonost nastajanju površinskog pilinga pletiva čarapa izravno reflektira na estetska svojstva i trajnost čarapa, zbog vjernijeg pojašnjenja dobivenih rezultata, u tabličnom prikazu priložene su i slike uzoraka pletiva nastale tijekom ispitivanja. Tako je u tablicama 13 – 16, dan prikaz slika izgleda površine uzoraka pletiva čarapa serije A i B, prije i nakon 7000 habajućih ciklusa uz pripadajuću ocjenu sklonosti pilingu.

Tijekom ispitivanja pletiva nastanku pilinga metodom habanja u dodiru s habajućim sredstvom se vjerno simulira opterećenje pletiva čarape tijekom nošenja u kontaktu s primjerice unutarnjim dijelom gornjišta obuće ili nekom drugom površinom. Valja naglasiti da su struktura pređe, njezina finoća, uvojitost i površinska dlakavost te čvrstoća, svojstva koja izravno utječu na otpornost na habanje i sklonost pilingu pletiva čarapa. Samim tim na ispitivano svojstvo također utječe i tip pređe odnosno proizvodni postupak pređenja primijenjen za njihovu izradu [22, 23]. U analizi pritom, ne treba izostaviti čvrstoću i specifična svojstva primijenjenih vlakana. Valja istaknuti da zbog većeg broja

(tri) predenih pređa upletenih u svaki red pletiva čarapa uz poliamidnu pređu za platiranje u obzir valja uzeti kompaktnost i elastičnost pletene strukture čarapa.

**Tablica 11.** Sklonost nastanku površinskog pilinga pletiva početnih uzoraka čarapa

Uzorak	125		500		1000		2000		5000		7000	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
CV-P	4/5	5	4	5	4	4/5	3/4	4/5	3	4	3	3/4
CV-R	4/5	5	4/5	4/5	4	4/5	3/4	4	3/4	3/4	3/4	3
CV-A	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4	4/5	4	4/5	4	3/4
CLY-P	4/5	5	4	5	4	4	4	3/4	4	3/4	3/4	2/3
CLY-R	5	5	5	4/5	5	4/5	5	4	5	4	4/5	3/4
CLY-A	5	5	4/5	5	4/5	5	4	4/5	4	4	4	3/4
PAM-P	4/5	4/5	4	4	3/4	4	3	3/4	3	3	2/3	2/3
PES-P	5	4	4/5	3/4	4/5	3	4	2/3	3/4	2/3	3	2

**Legenda:** CV- Viskoza  
CLY- Liocel  
PAM- Pamuk  
PES- Poliester  
P- prstenasto pređenje  
R- rotorsko pređenje  
A- aerodinamičko pređenje  
A- skupina čarapa  
B- skupina čarapa

**Tablica 12.** Sklonost nastanku površinskog pilinga pletiva nakon pet ciklusa pranja i sušenja

Uzorak	125		500		1000		2000		5000		7000	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
CV-P	4	5	3	4	3	3/4	3	3	2	2	1	1/2
CV-R	4	5	4	4/5	3	4	2	3/4	2	2/3	1	2
CV-A	5	5	5	4/5	4	4/5	3	4	3	3	2/3	2
CLY-P	5	4	4	3/4	4	3	3	3	2	2/3	1	1
CLY-R	5	4	4	3/4	3/4	3	3	2/3	2	1/2	1	1
CLY-A	5	4/5	4	4	3/4	3/4	3	3	2	2/3	1	2
PAM-P	5	4/5	4	4	3	3	2/3	2/3	1/2	2	1	1/2
PES-P	5	4	4	3	3	2/3	2/3	2	1/2	1/2	1	1

**Legenda:** CV- Viskoza  
CLY- Liocel  
PAM- Pamuk  
PES- Poliester  
P- prstenasto pređenje  
R- rotorsko pređenje  
A- aerodinamičko pređenje  
A- skupina čarapa  
B- skupina čarapa

S povećanjem broja habajućih ciklusa, u svih uzoraka pletiva je utvrđena veća sklonost nastanku površinskog pilinga, što je potvrđeno i kontinuiranim smanjenjem pridruženih ocjena (Tablice 11 i 12).

Dodatak grublje poliamidne pređe za platiranje, u početnih (neopranih) uzoraka čarapa skupine B utječe na povećanje sklonosti pilingu i, u pravilu, smanjenje danih brojčanih ocjena nakon provedenih 7000 habajućih ciklusa (Tablice 11, 13, 14). Neovisno o sirovinskom sastavu, kod svih čarapa pletenih s najvećim udjelom predenih pređa

izrađenih prstenastim postupkom je utvrđena najveća sklonost pilingu. Pritom su kod čarapa izrađenih u najvećem masenom udjelu iz viskoznih i liocelnih vlakna u odnosu na uzorke iz pamučnih i poliesterskih vlakana zabilježene veće ocjene odn. manja sklonost pilingu. Najmanju sklonost pojavi površinskog pilinga pokazali su uzorci pletiva čarapa skupine A, izrađeni iz pređa predenih aerodinamičkom tehnikom predenja iz viskoznih vlakana što je po 7000 habajućih ciklusa ocijenjeno ocjenom 4 te uzorci pletiva izrađeni iz pređa od liocelnih vlakana – aerodinamičke pređe (ocjena 4), ali i rotorske (ocjena 4-5).









Prstenasta pređa je dlakavija, ali kompaktnije strukture, čvršća (Tablica 3) i kruća u odnosu na rotorsku i aerodinamičku pređu. To utječe i na veću sklonost takovih pletiva nastanku pilinga u odnosu na pletiva izrađena iz pređe predene aerodinamičkim postupkom koja je relativno uniformne strukture po poprečnom presjeku i manje površinske dlakavosti, dok je rotorska pređa manje površinske uvijenosti (opisano u poglavlju 2.3.1.).

Nakon provedbe pet ciklusa pranja i sušenja dolazi do značajnog povećanja u sklonosti nastanku površinskog pilinga pletiva kod svih ispitanih uzoraka čarapa (Tablice 12, 15, 16), što je posebice uočljivo po provedenih 7000 habajućih ciklusa. Navedeno je moguće obrazložiti i skupljanjem pletiva te većom elastičnosti ispitivanih uzoraka pletiva čarapa koja dolazi do izražaja tijekom habanja pletiva o referentnu vunenu tkaninu na habalici.









Unatoč tome, bolja estetska svojstva i najmanju sklonost nastanku površinskog pilinga, odnosno površinskom izvlačenju i zamrsivanju vlakana, pokazuju pleteni uzorci izrađeni iz pređe predene aerodinamičkom postupkom od viskoznih vlakana, što je nakon 7000 habajućih ciklusa ocijenjeno ocjenom 2-3 (skupina čarapa A) i 2 (skupina čarapa B). Nakon mokre obrade uz mehaničko pokretanje, kojoj su čarape bile izložene tijekom uzastopnog pranja do izražaja je došla i povećana sklonost površinskom fibriliranju liocelnih vlakna što je rezultiralo i lošijim ocjenama sklonosti pilingu pletiva.

Sve navedeno potvrđuje opravdanost provedenih ispitivanja na uzorcima čarapa po provedenoj simulaciji kućanske njege, iako to u okviru normiranih metoda za ispitivanje sklonosti nastanku površinskog pilinga nije predviđeno.









**Tablica 13.** Sklonost nastanku površinskog pilinga pletiva početnih viskoznih, liocelnih, pamučnih i poliesterskih uzoraka čarapa skupine A









Uzorak	0	7000
CV-P-A		
CV-R-A		
CV-A-A		
CLY-P-A		











CLY-R-A		 1/5
CLY-A-A		 4
PAM-P-A		 2/3
PES-A		 3/4









**Tablica 14.** Sklonost nastanku površinskog pilinga pletiva početnih viskoznih, liocelnih, pamučnih i poliesterskih uzoraka čarapa skupine B

Uzorak	0	7000
CV-P-B		 <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">3/4</span>
CV-R-B		 <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">3</span>
CV-A-B		 <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">3/4</span>
CLY-P-B		 <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">2/3</span>









CLY-R-B		
CLY-A-B		
PAM-B		
PES-B		









**Tablica 15.** Sklonost nastanku površinskog pilinga pletiva viskoznih, liocelnih, pamučnih i poliesterskih čarapa skupine A poslije pet ciklusa pranja i sušenja

Uzorak	0	7000
CV-P-A		
CV-R-A		
CV-A-A		
CLY-P-A		

CLY-R-A		 1
CLY-A-A		 1
PAM-P-A		 1
PES-P-A		 1

**Tablica 16.** Sklonost nastanku površinskog pilinga pletiva viskoznih, liocelnih, pamučnih i poliesterskih čarapa skupine B poslije pet ciklusa pranja i sušenja

Uzorak	0	7000
CV-P-B		
CV-R-B		
CV-A-B		
CLY-P-B		

CLY-R-B		
CLY-A-B		
PAM-P-B		
PES-P-B		

## 5. ZAKLJUČAK

Temeljem provedene analize, a u skladu s postavljenim ciljevima rada, doneseni su sljedeći zaključci:

- Ispitivanjem temeljnih svojstva čarapa i pletiva čarapa - mase čarapa, plošne mase pletiva čarapa, gustoće odnosno broja nizova i redova očica pletiva čarapa i debljine pletiva čarapa, prije i nakon provedenih ciklusa simulirane kućanske njege, utvrđeno je da dimenzijska i konstrukcijska svojstva pletiva ovise ponajprije o finoći i svojstvima poliamidne pređe primijenjene za platiranje pletiva čarapa, ali i sirovinskom sastavu pletiva. Nema zamjetnog utjecaja tipa predene pređe na dobivene rezultate.
- Ispitivanjem sklonosti nastajanju površinskog pilinga na pletivu čarapa prije i nakon provedenih ciklusa simulirane kućanske njege, utvrđeno je da sklonost nastanku pilinga na površini pletiva ovisi vrsti vlakana primijenjenih za izradu čarapa te tipu predene pređe odnosno postupku njezina pređenja, kao i finoći filamentne pređe primijenjene za platiranje.
- Nakon provedene simulacije njege u svih ispitivanih čarapa su utvrđene promjene vrijednosti ispitivanih svojstava, što opravdava primjenu predložene metodologije u vrjednovanju njihove kvalitete.
- Potvrđena je primjenjivost u radu korištenih viskoznih i liocelnih vlakana te pređa pređenih nekonvencionalnim postupcima u izradi kratkih čarapa.



## LITERATURA

- [1] A. Tomljenović, I. Kraljević, Ž. Meral: Uporabna trajnost muških kratkih čarapa, *Proceedings of International Conference MATRIB 2016, Materials, Tribology, Recycling*, 27. – 29.6. 2018., Vela Luka, Hrvatska, str. 247 – 260.
- [2] ...:Sock, *dostupno na: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sock> posjećeno: 15.1.2022.*
- [3] V. Barišić, Proizvodnja čarapa, sirovine i postupci, Zagreb, JADRAN Tvornica čarapa d.d., 2007.
- [4] Čunko, R., Andrassy M.: Vlakna, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2005.
- [5] HRI CEN ISO/TR 11827:2016 Tekstil – Ispitivanje sastava – Identifikacija vlakana
- [6] ...Poliamidna vlakna, *dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=49116> , posjećeno: 21.1.2022.*
- [7] R. Čunko, E. Pezelj: Tekstilni materijali, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2002.
- [8] V. Stamać: Vrjednovanje uporabne kvalitete pletiva izrađenih iz regeneriranih celuloznih vlakana, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2020., mentor: prof. dr. sc. Antoneta Tomljenović
- [9] Čunko R.: Procesi proizvodnje kemijskih vlakana, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 1993.
- [10] A. Tomljenović, R. Čunko: Reducing Fibrillation Tendency of Man-made Cellulose Fibres employing Ultrasound Treatment, *The Journal of The Textile Institute* **95** (2004) 1-6, 327-339
- [11] Ž. Vrljićak, Ž. Pavlović : Dimenzijska nestabilnost kratkih čarapa, *Tekstil* **63** (2014) 1-2, 27-40
- [12] Z. Vrljićak, A. Kovač, Projektiranje i izrada kratkih čarapa, *Tekstil*, **60** (2011) 4, str. 149-159

- [13] D. Kopitar, Z. Skenderi, M. Papić, A. Tomljenović: Surface friction coefficient of spun yarns, *Proceedings of International Conference MATRIB, Materials, Tribology, Recycling*, 23. – 25.06. 2016., Vela Luka, Hrvatska, pp. 206 -214.
- [14] A. Tomljenović, Z. Skenderi, I. Kraljević: Evaluation of usage quality and thermal comfort of male socks, *Proceedings of 8th International textile conference*, 18 -19 October 2018, Tirana, Albania, pp. 206-214.
- [15] Z. Vrljičak, Z. Dodig: Utjecaj značajki pređa i strojeva na parametre strukture kulirnih platirnih pletiva, *Tekstil*, **6** (2011) 6, str. 241-250.
- [16] Z. Skenderi: Interni materijali za predmet Tekstilno-mehanički procesi – pređenje, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, ak. god. 2017./2018.
- [17] M. Vljanić: Ispitivanje uporabnih svojstava pletiva za izradu donjeg rublja, završni rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2018., mentor: prof. dr. sc. Antoneta Tomljenović
- [18] M. Papić: Struktura i svojstva rotorske i aerodinamičke pređe, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, 2016., mentor: doc. dr. sc. Dragana Kopitar
- [19] D. Kopitar, Z. Skenderi, M. Papić, A. Tomljenović: Surface friction coefficient of spun yarns, *Proceedings of International Conference MATRIB, Materials, Tribology, Recycling*, 23. – 25.06. 2016., Vela Luka, Hrvatska, pp. 206 -214.
- [20] Z. Skenderi, D. Kopitar, Z. Vrljičak, G. Iveković: Nejednolikosti aerodinamičke pređe u usporedbi s prstenastom i rotorskom pređom od mikromodalnih vlakana, *Tekstil*, **67** (2018.) 1-2, str. 1-13.
- [21] R. Čunko: Ispitivanje tekstila, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 1995.
- [22] H. A. El-Dessouki: A Study on Abrasion Characteristics and Pilling Performance of Socks. *International Design journal*, **4** (2015.) 2, pp. 229-234.
- [23] I. Mihaljević: Udobnost i uporabna trajnost čarapa izrađenih od inovativnih materijala, rad nagrađen Rektorovom nagradom u ak. god. 2020./2021., mentor: prof. dr. sc. Antoneta Tomljenović

- [24] B. Rogina-Car, Z. Skenderi, Z. Vrljićak: Termofiziološka udobnost viskoznih i tencel čarapa, *Koža & Obuća*, **68** (2019.) 4, str. 30-37
- [25] HRN EN ISO 139:2008/A1:2011 Tekstil - Standardna atmosfera za kondicioniranje i ispitivanje
- [26] HRN ISO 3801:2003 Tekstil - Tkanine - Određivanje mase po jedinici duljine i mase po jedinici površine
- [27] HRN EN ISO 5084:2003 Tekstil - Određivanje debljine tekstila i tekstilnih proizvoda
- [28] HRN EN 14971:2008 Tekstilije - Pletiva - Određivanje broja očica po jedinici duljine i jedinici površine
- [29] HRN EN ISO 6330:2012 Tekstil - Postupci pranja i sušenja u kućanstvu za ispitivanje tekstila
- [30] HRN EN ISO 12945-2:2020 Određivanje sklonosti plošnog tekstila površinskom stvaranju pilinga, dlačica ili matiranja - 2. dio: Preinačena metoda po Martindaleu
- [31] Tomljenović A.: Interni materijali za vježbe iz kolegija Ispitivanje tekstila i odjeće, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, ak. god. 2021./2022.
- [32] HRN EN ISO 12945-4:2020 Određivanje sklonosti tkanina površinskom stvaranju pilinga, dlačica ili matiranja - 4 dio: Procjena stvaranja pilinga, dlačica i matiranja vizualnom metodom