

Termofiziološka udobnost kratkih čarapa

Hranilović, Dora

Master's thesis / Diplomski rad

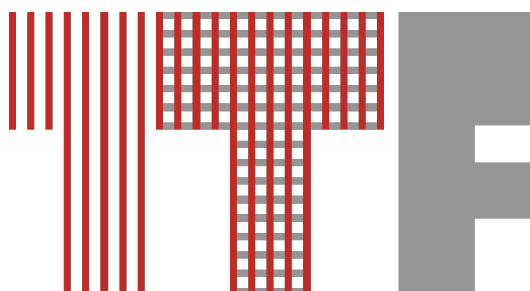
2020

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:201:668920>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-23**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO – TEHNOLOŠKI FAKULTET
ZAVOD ZA PROJEKTIRANJE I MENADŽMENT TEKSTILA

DIPLOMSKI RAD

TERMOFIZIOLOŠKA UDOBNOST KRATKIH ČARAPA

Dora Hranilović 10950/TTI-PMT

Zagreb, listopad 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO – TEHNOLOŠKI FAKULTET
ZAVOD ZA PROJEKTIRANJE I MENADŽMENT TEKSTILA

DIPLOMSKI RAD

TERMOFIZIOLOŠKA UDOBNOST KRATKIH ČARAPA

Mentor:

Prof. dr. sc. Zenun Skenderi

Studentica:

Dora Hranilović 10950/TTI-PMT

Zagreb, listopad 2020.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Institucija u kojoj je izrađen diplomski rad: Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila

Znanstveno područje: Tehničke znanosti

Smjer: Projektiranje i menadžment tekstila

Studentica: Dora Hranilović

Mentor: Prof. dr. sc. Zenun Skenderi

Broj stranica: 70

Broj slika: 71

Broj tablica: 21

Broj formula: 12

Broj literaturnih izvora: 39

Datum obrane: 28. listopada 2020.

Članovi povjerenstva: 1. prof. dr. sc. Dubravko Rogale, predsjednik

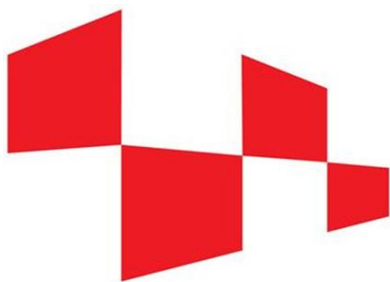
2. prof. dr. sc. Zenun Skenderi, mentor

3. prof. dr. sc. Zlatko Vrljičak, član

4. izv. prof. dr. sc. Dragana Kopitar, zamjenik člana

Institucija u kojoj je rad pohranjen: Knjižnica Tekstilno – tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Ovaj diplomski rad je financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom IP2016-06-5278.



HRZZ

Hrvatska zaklada
za znanost

Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Zenunu Skenderiju za strpljenje i razumijevanje jer sam diplomski rad pisala više od godinu dana. Hvala za svu literaturu koju sam dobila i preneseno znanje. Također hvala i prof. dr. sc. Vrljičku za sve ispletene čarape koje su se koristile za mjerenja na uređaju Termalno stopalo. Naposljetku najviše hvala mojim roditeljima što su mi omogućili studij i prolazili kroz sve uspone i padove tokom tog perioda sa mnom.

SAŽETAK RADA

Predmet proučavanja u ovome diplomskom radu bila su toplinska svojstva čarapa te temeljem dobivenih rezultata ocjena njihove udobnosti. Eksperimentalni dio rada obavljen je mjerenjem toplinskog otpora (R_{ct}) čarapa na uređaju Termalno stopalo koji je izrađen od srebra, a sastoji se od 13 segmenata koji se mogu uključivati i isključivati ovisno po potrebi eksperimenta odnosno o visini uzoraka čarapa. U radu su spomenuta svojstva materijala, anatomija potkoljenice i stopala, vrste pređa, vrste prepleta, toplina, otpor prolazu topline (R_{ct}), toplinska vodljivost itd.. Mjerenjima na uređaju Termalno stopalo uspoređivale su se brojčane vrijednosti otpora prolazu topline (R_{ct}).

Ključne riječi: otpor prolazu topline, toplinska vodljivost, Termalno stopalo, prstenaste pređe, SIRO pređa, čarape.

SUMMARY OF WORK

The subject of the study in this master's degree work were the thermal properties of socks and based on the obtained results their comfort. The experimental part of the work was performed by measuring the thermal resistance (R_{ct}) of socks on a device Thermal foot, which is made of silver and consists of 13 segments that can be turned on and off depending on the need of the experiment or the height of sock samples. The paper mentions the properties of the material, anatomy of the lower leg and foot, types of yarn, types of weave, heat, thermal resistance (R_{ct}), thermal conductivity, etc. Numerical values of thermal resistance (R_{ct}) were compared by measurements on the Thermal foot.

Key words: thermal resistance, thermal conductivity, Thermal foot, ring yarns, SIRO yarns, socks.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. OPĆENITO O ČARAPAMA I POVIJEST ČARAPA	1
1.2. PODJELA, PRIMJENA I SVOJSTVA ČARAPA	5
2. TEORIJSKI DIO	10
2.1. TERMALNO STOPALO	10
2.1.1. ANATOMIJA POTKOLJENICE I STOPALA	12
2.1.2. OPĆENITO O TOPLINI	16
2.1.2.1. NAČINI PRIJENOSA TOPLINE	16
2.1.2.2. PARAMETRI OBILJEŽAVANJA SVOJSTVA PRIJENOSA TOPLINE	18
2.2. PREĐE	21
2.2.1. VRSTE PREĐA	22
2.3. VRSTE PREPLETA	23
2.4. STROJEVI ZA IZRADU PLETIVA	25
2.5. STROJEVI ZA IZRADU ČARAPA	27
2.6. TEHNOLOŠKI PROCES IZRADE ČARAPA	28
2.7. POSTUPCI OPLEMENJIVANJA ČARAPA	29
2.8. UDOBNOST	29
2.9. SIROVINE ZA IZRADU ČARAPA	31
3. EKSPERIMENTALNI DIO	32
3.1. OPIS UZORAKA I POSTUPAK MJERENJA PARAMETARA ČARAPA	32
3.2. POSTUPAK MJERENJA NA TERMALNOM STOPALU	40
4. REZULTATI I DISKUSIJA	42
4.1. DIMENZIJE UZORAKA ČARAPA	42
4.2. MASA I DEBLJINA UZORAKA ČARAPA	44
4.3. DIMENZIJE UZORAKA ČARAPA NA TERMALNOM STOPALU	46
4.4. OTPOR PROLAZU TOPLINE UZORAKA ČARAPA	50
4.5. USPOREDBA OTPORA PROLAZU TOPLINE R_{ct} IZMEĐU GRUPA UZORAKA	59
5. ZAKLJUČAK	66
6. LITERATURA	68

1. UVOD

Kroz rad će se obraditi mnogi pojmovi vezani uz termofiziološka svojstva čarapa i njihovu termofiziološku udobnost. Obraditi će se i općenite činjenice vezane uz pređe, čarape, Termalno stopalo, uvjete okoline, materijale, udobnost itd.

Fiziologija je znanstvena grana biologije koja izučava životne procese te mehaničke, fizičke i biokemijske funkcije živih organizama i bića [1].

Prefiks termo dolazi od grčke riječi thermos – topao, vruć, vreo. Termofiziološka svojstva se mogu definirati kao svojstva materijala koji se razlikuju u temperaturi bez mijenjanja kemijskog svojstva materijala. Termofiziološka svojstva su sva svojstva materijala koja utječu na prijenos i pohranu topline koja se razlikuju od temperature, tlaka i sastava (u mješavinama) i drugih bitnih varijabli bez mijenjanja kemijskog svojstva materijala. Svojstva će uključivati toplinsku vodljivost i difuziju, toplinski kapacitet, toplinsko istezanje, viskoznost, masene i difuzijske koeficijente, brzinu zvuka, površinsku napetost tekućina [2].

1.1. OPĆENITO O ČARAPAMA I POVIJEST ČARAPA

Prva čovjeku poznata zaštita za noge je bila načinjena od lišća, trave, granja, zemlje itd. dok nije otkrio životinjsku kožu i krzno. To je bilo u kamenom dobu odnosno paleolitiku prije otprilike 15 000 godina [3].

Čarape se prvi put spominju u 8. st. pr. Kr. u djelu „Poslovi i dani“ grčkog pjesnika Hezoida. U djelu se spominju „piloti“, tadašnje čarape izrađene od zapletenog krzna koje su se nosile sa sandalama. Rimljani su kasnije omatali stopala kožnatim ili tkanim trakama. U 2 st. poslije Kr. počelo je prvo šivanje komadića tkanina i izrada čarapa „udones“ koje su najbližije čarapama današnjice. Prve vunene čarape otkrivene su u Vindolandi u Northumbriji i datiraju iz 2. st. Nove ere (*Sl. 1*). Riječ je o paru čarapa dječje veličine napravljenom od vunene tkanine koja je namijenjena zaštiti od surovog britanskog vremena. U to su vrijeme u drevnom Egiptu izrađene i prve pletene čarape. Najstariji poznati preživjeli par pletenih čarapa, izrađen tehnikom zvanom „naalbinding“, datira od 300. do 500. godine nove ere i pronađen je u Oxyrhynchusu na Nilu u Egiptu (*Sl. 2*). Čarape imaju razdvojene prste i dizajnirane su za nošenje sandala. Do 5. stoljeća Nove ere, sveti ljudi u Europi nosili bi čarape zvane „kitnjaci“ koje su simbolizirale čistoću [4].



Sl. 1: Dječja vunena čarapa koja potječe iz 2. stoljeća Nove ere pronađena u Vindolandi [4]



Sl. 2: Pletene čarape od cca. 500. godine nove ere pronađene u staroegipatskoj grobnici [4]

Tijekom srednjeg vijeka hlače su bile produžene, a čarapa je postala uska tkanina jarke boje koja je pokrivala donji dio nogu. Budući da čarape nisu imale elastičnu vrpcu, preko vrha čarapa stavljale su se podvezice kako bi spriječile opadanje. Kad su hlače postale kraće, čarape su postale sve dulje (i skuplje). Do 1000. godine pletene i tkane čarape postale su statusni simbol plemstva u većem dijelu Europe. U početku su više sličile tajicama, a tek su im se u 12. stoljeću dodavala stopala. Iako su europski radni ljudi sigurno pleli vlastite čarape do kraja 12. stoljeća, čarape plemića bile su superiornije. Njihove čarape općenito su bile izrađene od tkanih materijala bolje kvalitete s leđnim šavom i izrezom. Do 15. stoljeća francuska i talijanska aristokracija vodile su svojim finim ručno pletenim svilenim čarapama. Muškarci su otkrili da elastična svilena tkanina ima dvije prednosti: jednostavnost pokreta i sposobnost da se pokaže oblikovanom nogom. Aristokratski Britanci uskoro su slijedili svoje europske susjede pa su pletene svilene čarape postale popularne među britanskom modnom elitom. Oko 1490. godine hlače i ručno pletene čarape spojeni su u jedan odjevni predmet, koje će kasnije biti poznat kao tajice. Bile su napravljene od šarene svile, vune i baršuna, a svaka je nogavica bila različite

boje (Sl. 3). Do 16. st. čarape, poput ostalih komada odjeće, su bile strogo regulirane zakonima. Godine 1566., London je imao nadzor kako bi se osiguralo da nitko nigdje u glavnom gradu ne nosi pogrešne čarape. Zakone je provodila policija čarapa - četiri osobe koje su bile smještene dva puta dnevno pred vratima Londona, provjeravajući noge onih koji ulaze ili izlaze zbog nepropisnih čarapa. 1589. prvi stroj za pletenje izumio je William Lee, engleski svećenik. Kraljica Elizabeta I je odbila dati dozvolu za patent nakon što je od Williama dobila par crnih čarapa. Žalila se što je njegov stroj napravio vunene čarape koje su bile previše grube za kraljevske gležnjeve. Nije joj se svidio osjećaj čarapa te njihovog sirovog oblika i bojala se da će stroj ljudima oduzeti posao. Međutim, francuski kralj Henri IV vidio je priliku u Williamovom stroju te mu pružio financijsku potporu. William se preselio u Rouen gdje je sagradio tvornicu čarapa. Čarape za niže staleže izrađivane su od vune, a one za plemiće od obojene svile (Sl. 4). Nakon industrijske revolucije čarape je bilo lakše i jeftinije proizvesti, šireći svoju privlačnost u europskom društvu. Mnoga načela koja je William Lee razvio i danas se mogu naći u modernim tekstilnim strojevima [4].



Sl. 3: Čarape europskog plemića u sredini 1500-ih (vrh se veže kada se nosi) [4]



Sl. 4: Svilene čarape koje je plemić nosio u ranom 17. stoljeću [4]

Tijekom sljedećih nekoliko godina, moda čarape nastavila se mijenjati diktirajući različite duljine (od sredine lista do koljena do sredine bedara). Kad je u pitanju ukrašavanje čarapa nije se stalo samo na ukrasima na vrhu čarapa, nego se dodalo još više boja, dekoracija i pruga. Krajem 17. stoljeća pamuk je postao popularan izbor za mnoge odjevne predmete, uključujući čarape. Sljedeća revolucija u izradi čarapa dogodila se izumom najlona 1938. godine. Čvrstoća i elastičnost čarapa izrađenih od mješavina pamuka i najlona dovela je do iskoraka u proizvodnji. Ova mješavina se koristi i danas. Kasnije je mješavini dodan elastičan koji čarapama daje dodatnu fleksibilnost i prilagodljivost prema stopalu. Što se tiče stilova čarapa, nekoliko modela se nakon nekoliko godina ponovno vrati u modu. Uzorci „argyle”, koji su bili vrlo popularni u 1920-ima, (Sl. 5) vraćaju se u mušku modu. Sa napretkom u proizvodnji, pamuk se može preciznije obojiti, što čini smjelije i šarenije čarape [4].



Sl. 5: Moda čarapa početkom 20. stoljeća [4]

1.2. PODJELA, PRIMJENA I SVOJSTVA ČARAPA

Čarape imaju više podjela od kojih je prva prema spolu na ženske, muške, unisex čarape i dječje. Podjela ovisi o dizajnu, boji, materijalu i visini (Sl. 6). Podjela prema godišnjem dobu zbog razlike u materijalu za proljeće/ljeto i jesen/zimu. Podjela prema namjeni kada se dijele na sportsku, svakodnevnu, formalnu te podjela prema visini čarapa.



Sl. 6: Čarape po visini [5]

Platneni ulošci, (Sl. 7) tehnički gledano, platneni ulošci nisu čarape, ali stvaraju barijeru između stopala i obuće te apsorbiraju vlagu. Izrađuju se od prirodnih vlakana poput pamuka, bambusa itd. (ili prirodno-sintetskih mješavina) i treba ih oprati između nošenja [6].



Sl. 7: Pamučni frotir uložak [6]

Nevidljive čarape, također poznate i kao loafer čarape, balerinka čarape. Rađene od laganih materijala (Sl. 8). Namijenjene su za nošenje u niskim cipelama poput tenisica, mokasina, balerinki [6] s nakanom da se čarape ne vide. Visina čarape je cca 50 mm [5].



Sl. 8: Nevidljive čarape [7]

Čarape niskog profila, poznate i kao stopalice (Sl. 9) su čarape do gležnja odnosno malo ispod gležanjske kosti. Koriste se kao čarape za tenisice [6]. Visina čarape je cca 75 mm [5].



Sl. 9: Stopalice [6]

Mikro čarape, završavaju na gležanjskoj kosti odnosno zglobu (lat. talus) pa se ne naziru previše iznad obuće te se najčešće koriste za u tenisice (Sl. 10). Visina čarape je cca 100 mm [5].



Sl. 10: Mikro čarapa [8]

Mini čarapa, čarapa malo iznad gležnajske kosti (*Sl. 11*). Koriste se za sport jer pružaju potporu i stabilnost zglobu. Visina čarape je cca 150 mm [5].



Sl. 11: Mini čarapa [6]

¾ čarape, završavaju iznad gležnajske kosti, ali ispod polovice potkoljenice (*Sl. 12*). Najčešće se koriste za planinarenje jer pružaju potporu zglobu te su malo iznad sarice od planinarske obuće. Visina čarape je cca 200 mm [5].



Sl. 12: ¾ čarape [6]

Crew čarapa, (*Sl. 13*) po visini je između ¾ čarapa i čarapa do pola potkoljenice. Visina čarape je cca 255 mm [5].



Sl. 13: Crew čarapa [9]

Čarape do pola potkoljenice, su čarape za formalniju odjeću poput odijela (*Sl. 14*). Izrađuju se od pamuka, mješavina te svile i vune [6]. Visina čarape je cca 305 mm [5].



Sl.14: Čarape do pola potkoljenice [10]

Dokoljenke, su čarape do koljena, prekrivaju cijelu potkoljenicu (*Sl. 15*). Visina čarape je cca 380 mm [5].



Sl. 15: Dokoljenke [11]

Natkoljenke, su čarape iznad koljena (*Sl. 16*). Zastupljenije u ženskoj modi zbog raznovrsnosti u dizajnu [12].



Sl. 16: Natkoljenke [13]

Ostale čarape koje postoje su čarapa za smanjivanje bolova, kompresijske čarape, najlon čarape, mrežaste čarape itd. [12].

Veličine čarapa za odrasle								
Veličina	XXXS	XXS	XS	S	M	L	XL	XXL
UK	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8	8 - 9	9 - 10	10 - 11	11 - 12
EURO	37 - 38	38 - 39	39 - 40	40 - 42	42 - 43	43 - 44	44 - 46	46 - 47
US	4.5 - 5.5	5.5 - 6.5	6.5 - 7.5	7.5 - 8.5	8.5 - 9.5	9.5 - 10.5	10.5 - 11.5	11.5 - 12.5

Sl. 17: Veličine čarapa za odrasle [14]

Primjer veličina čarapa za odrasle dan je na sl. 17. Ženski brojevi čarapa su najčešće od 9 do 11 odnosno od 36 do 42 dok su muški od 10 do 13 odnosno od 42 do 46 [15].

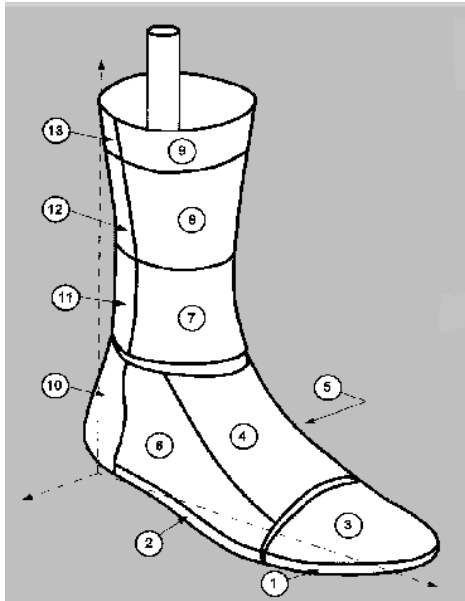
2. TEORIJSKI DIO

2.1. TERMALNO STOPALO

Temperatura zraka okoline, temperatura zračenja, vlažnost i brzina zraka četiri su čimbenika okoliša koji utječu na ljudske reakcije na toplinska okruženja [16] zbog čega je uređaj Termalno stopalo morao biti sofisticiran suvremeni uređaj za precizno mjerenje otpora prolaza topline (R_{ct}) i otpora prolaza vodene pare (R_{et}) obuće i čarapa [17]. Toplina se na uređaju Termalno stopalo (*Sl. 18 i Sl. 19*) prenosi na principu vođenja (kondukcijom). Termalno stopalo je napravljeno od srebrnih ploča odnosno 13 segmenata koji rade zasebno mjerenje što znači da nemaju ili barem ne bi trebali imati utjecaj jedan na drugog tijekom mjerenja. Od 13 segmenata na cijeloj toplinskoj nozi, 7 ih je u području stopala, a 6 u području potkoljenice. Svaki od segmenata ima senzore topline i grijače koji simuliraju toplinu ljudskog stopala koja je kombinacija kemijskih reakcija u tjelesnim stanicama. Do izmjene topline može doći dodiranjem ili zračenjem. Toplinom se mjeri količina predane energije tijekom prijelaza s jednog na drugo tijelo. Štoviše, otpor prolazu topline i toplinska vodljivost obuće i čarapa ovise i o izboru materijala, kroju, udobnosti, izmjeni zraka, izolaciji itd. [18].



Sl. 18: Termalno stopalo



Sl. 19: Segmenti Termalnog stopala

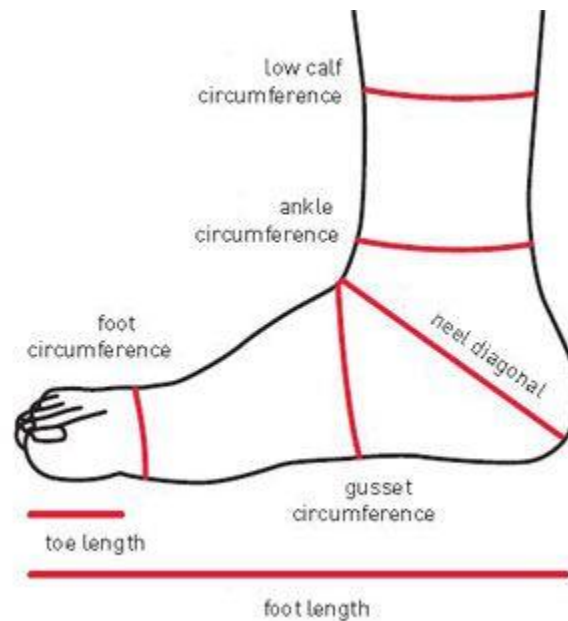
Tokom mjerenja na Termalnom stopalu dobivamo podatke o:

- temperaturi okoline, °C
- relativnoj vlažnosti okoline (RH), %
- brzini strujanja zraka okoline (V_z), m/s
- snazi s analognog pokazivača, W
- temperatura, °C
- temperatura termalnog stopala, °C
- snaga grijača, W
- otpor prolaza topline (R_{ct0}), $m^2\text{°C}W^{-1}$
- otpor prolaza topline (C_{l00}), $m^2\text{°C}W^{-1}$
- otpor prolaza topline (R_{ct}), $m^2\text{°C}W^{-1}$
- otpor prolaza topline (C_{l0}), $m^2\text{°C}W^{-1}$.

Termalno stopalo mora imati postignute određene konstantne vrijednosti prije mjerenja i prilikom mjerenja, to su:

- temperatura okoline, °C
- relativna vlažnost okoline, %
- brzina strujanja zraka okoline, m/s
- snaga s analognog pokazivača, W
- temperatura grijača za svaki segment, °C [19, 20].

Dužina Termalnog stopala je 26,5 cm, visina je 26,5 cm, opseg za prste je 23,6 cm, opseg za rist je 24,7 cm, opseg za petu je 34,3 cm, opseg za zglob je 24,2 cm, opseg za list je 30,6 cm. Sl. 20 prikazuje kako se uzimaju mjere za opsege stopala i potkoljenice.



Sl. 20: Način mjerenja opsega potkoljenice i stopala

Štoviše, Termalno stopalo se proizvodi u muškom, ženskom i dječjem modelu. Termalno stopalo koje je korišteno prilikom mjerenja uzoraka čarapa predstavlja desnu mušku nogu europske veličine 42.

2.1.1. ANATOMIJA POTKOLJENICE I STOPALA

Uređaj Termalno stopalo napravljen je od srebra i sastoji se od 13 segmenata. Svaki segment je za sebe i može se isključiti u slučaju da obuća na kojoj se vrši mjerenje ne zahvaća pojedine segmente. Termalno stopalo predstavlja ljudsku nogu i služi za mjerenje otpora prolaza topline i otpora prolaza vlage.

Ljudsko stopalo sadrži 25 % svih kostiju u tijelu te je sačinjeno od 26 kostiju i 2 sezamske kosti, 33 zglobova i 20 mišića, više od 100 ligamenata, oko 250 000 žlijezda znojnica i 8 000 živaca. U moždanom deblu se nalazi centar za kontrolu tjelesne temperature, a njegove živčane stanice primaju podražaje o temperaturi cijelog tijela [18]. Poznato je da tijelo gubi toplinu kroz noge koje su jedine od čitavog tijela u kontaktu s tlom. To se događa jer noge nemaju dovoljno veliku površinu niti veliku masu mišića iako se u stopalu nalazi 20 mišića, nisu dovoljno veliki da proizvedu dovoljnu količinu topline. Navedene su sve kosti i mišići

grupirani po segmentima koji ih zahvaćaju i *sl. 21* i *sl. 22* koje vizualno prikazuju kosti i mišiće stopala i potkoljenice.

Kosti

Segmenti 1 i 3 Termalnog stopala nalaze se na mjestima gdje su prsti odnosno falange. Stopalo ima 14 falangijalnih kostiju, svaki prst ima po tri falange osim palca koji ima dvije falange (*Sl. 21*).

Segmenti 2, 4, 5 i 6 Termalnog stopala nalaze se na mjestima gdje je pet metatarzalnih kostiju, kockasta (kuboidna) kost odnosno os cuboideum, čunjasta kost tj. os naviculare, tri klinaste kosti ili os cuneiforme mediale, intermedium, laterale (*Sl. 21*).

Segmenta 6 i 10 Termalnog stopala nalaze se na mjestima gdje je gležnajska kost ili talus, petna kost tj. calcaneus (*Sl. 21*).

Na području segmenata 7, 8 i 9 Termalnog stopala su goljenična kost ili tibia koja se nalazi na medijalnoj strani potkoljenice (*Sl. 22*).

Na području segmenata 11, 12 i 13 Termalnog stopala su lisna kost odnosno fibula (*Sl. 22*).



Sl. 21: Kostur stopala [24]



Sl. 22: Kostur potkoljenice [25]

Mišići

Segmenti 1, 2, 3, 4 i 6 Termalnog stopala zahvaćaju tabanske međukoštane mišiće (*lat. mm. interossei planatres*) (Sl. 23).

Segmenti 1, 2, 3, 5 i 10 Termalnog stopala zahvaćaju odmicač palca (*lat. m. abductor hallucis*) (Sl. 23).

Segmenti 1, 2, 3, 6 i 10 Termalnog stopala zahvaćaju odmicač malog prsta (*lat. m. abductor digiti minimi*) (Sl. 23).

Segmenti 1, 2, 3 i 6 Termalnog stopala zahvaćaju kratki pregibač malog prsta (*lat. m. flexor digiti minimi brevis*) (Sl. 23).

Segmenti 2, 4 i 6 Termalnog stopala zahvaćaju kratki ispružać prstiju (*lat. m. extensor digitorum brevis*) (Sl. 23).

Segmenti 3, 4, 5 i 6 Termalnog stopala zahvaćaju glistolike mišiće (*lat. mm. lumbricales*) (Sl. 23).

Segmenti 3, 4 i 6 Termalnog stopala zahvaćaju kratki mišić ispružać palca (*lat. m. extensor hallucis brevis*) (Sl. 23).

Segmenti 3 i 6 Termalnog stopala zahvaćaju suprotstavljač malog prsta (*lat. m. opponens digiti minimi*) (Sl. 23).

Segmenti 4, 5 i 6 Termalnog stopala zahvaćaju kratki pregibač palca (*lat. m. flexor hallucis brevis*), kratki pregibač prstiju (*lat. m. digitorum brevis*), hrptene međukoštane mišiće (*lat. m. interossei dorzales*), primicač palca (*lat. m. adductor hallucis*), kratki mišić ispružać prstiju (*lat. m. extensor digitorum brevis*) (Sl. 23).

Segmenti 4, 5, 6 i 10 Termalnog stopala zahvaćaju četverokutni mišić tabana (*lat. m. quadratus plantae*) (Sl. 23).

Segmenti 7, 8 i 9 Termalnog stopala zahvaćaju prednji goljениčni mišić (*lat. m. tibialis anterior*), dugački mišić ispružać ostalih prstiju (*lat. m. extensor digitorum longus*), dugački mišić ispružać palca (*lat. m. extensor hallucis*), treći lisni mišić (*lat. m. peroneus tertius*) (Sl. 24).

Ovi navedeni mišići pripadaju prednjoj skupini potkoljениčnih mišića, a sljedeća dva pripadaju lateralnoj skupini potkoljениčnih mišića: dugački lisni mišić (*lat. m. peroneus longus*), kratki lisni mišić (*lat. m. peroneus brevis*) (Sl. 24).

Segmenti 11, 12 i 13 Termalnog stopala zahvaćaju troglavi lisni mišić (*lat. m. triceps surae* (*m. gastrocnemius*, *m. soleus*)), tabanski mišić (*lat. m. plantaris*), zakoljeni mišić (*lat. m. popliteus*), dugački mišić pregibač prstiju (*lat. m. flexorum digitorum longus*), stražnji

goljencični mišić (*lat. m. tibialis posterior*), dugački mišić pregibač palca (*lat. m. flexor hallucis longus*). Svi navedeni mišići pripadaju stražnjoj skupini potkoljencičnih mišića (*Sl. 24*).



Sl. 23: Mišići stopala [26]



Sl. 24: Mišići noge [27]

2.1.2. OPĆENITO O TOPLINI

Toplina (količina topline) (znak Q) je fizikalna veličina koja opisuje energiju koja prelazi s jednog na drugo tijelo, obično s toplijeg na hladnije tijelo. Mjerna jedinica topline je džul (J) [13]. Kod živih bića toplinu proizvodi metabolizam odnosno kombinacija kemijskih reakcija u tjelesnim stanicama, a prijenos topline i vlage između tijela i okoline kontrolira koža [18]. Dobri vodiči topline su metali jer su metali ujedno i vodiči električnog naboja pa se stoga zaključuje da gibanje slobodnih elektrona dovodi do toplinske vodljivosti [21].

2.1.2.1. NAČINI PRIJENOSA TOPLINE

Toplina se prenosi na više načina, ali glavna tri su:

- zračenje (radijacija)
- vođenje (kondukcija)
- prenošenje (konvekcija ili strujanje).

Zračenje (radijacija) je prijenos topline između dva tijela koja se ne dodiruju. Zračenje se odvija u oba smjera jer zagrijano tijelo odašilje elektromagnetsko zračenje dok je hladnije tijelo zagrijava upijanjem odnosno apsorpcijom energije zračenja, no odašiljanje i apsorpcija ovise o temperaturnoj razlici između dvaju tijela ili tijela i okoline, intenzitetu i smjeru prijenosa topline [18].

$$R = h_r \times F_{cl} \times (t_{sk} - t_r) \quad (1)$$

$$h_r = \sigma_B \times \varepsilon_s \frac{A_r}{A_{Du}} \times \frac{[(t_s+273)^4 - (t_r+273)^4]}{t_s - t_r} \quad (2)$$

$$F_{cl} = \frac{1}{\left[(h_c + h_r) \times I_{clo} + \frac{1}{f_{cl}} \right]} \quad (3)$$

Gdje su:

R – prijenos topline zračenjem (radijacijom), Wm^{-2}

h_r – koeficijent prijenosa topline zračenjem, $Wm^{-2}K^{-1}$

F_{cl} – redukcijski faktor za prijenos topline zbog nošenja

t_s – srednja temperatura kože (u rasponu od 32,7°C do 38,4°C), °C

t_r – srednja temperatura zračenja (u rasponu od 24,1°C do 49,5°C), °C.

Vođenje (kondukcija) je prijenos topline izravnim kontaktom s izvorom topline, ali samo dijelom tijela te se ostatak tijela zagrijava kako toplina prolazi kroz dio tijela koji je u izravnom kontaktu s izvorom topline. Što je veća brzina prenošenja topline to je veća temperaturna razlika, ali količina topline koja se prenosi vođenjem je manja od količine topline koja se prenosi zračenjem [18].

$$K_D = \frac{t_s - t_{cl}}{R} \quad (4)$$

Gdje su:

K_D – prijenos topline vođenjem, Wm^{-2}

t_s – srednja temperatura kože (u rasponu od $32,7^{\circ}C$ do $38,4^{\circ}C$), $^{\circ}C$

t_{cl} – temperatura tekstila, $^{\circ}C$

R – prijenos topline zračenjem (radijacijom).

Prenošenje (konvekcija ili strujanje) je prijenos topline strujanjem zračnih struja oko tijela ili strujanjem čestica tekućine ako je tijelo u vodi. Prenošenje se događa u plinovima i tekućinama jer oni imaju karakteristiku strujanja, a događa se zbog mijenjanja gustoće zagrijavanjem [18].

$$K_V = h_c \times F_{cl} \times (t_s - t_a) \quad (5)$$

Gdje su:

K_V – prenošenje topline, Wm^{-2}

h_c – koeficijent prenošenja topline, $Wm^{-2}K^{-1}$

F_{cl} – redukcijfski faktor za prijenos topline zbog nošenja

t_s – srednja temperatura kože (u rasponu od $32,7^{\circ}C$ do $38,4^{\circ}C$), $^{\circ}C$

t_a – temperatura zraka, $^{\circ}C$.

2.1.2.2. PARAMETRI OBILJEŽAVANJA PRIJENOSA TOPLINE

Za ocjenu udobnosti tekstila/odjeće koriste se sljedeći parametri:

- otpor prolazu topline
- toplinska difuznost
- apsorpcija topline
- toplinski otpor odjeće/čarapa.

Otpor prolazu topline (R_{ct}) je razlika temperatura mjerne jedinice i zraka podijeljena s rezultatom prolaza topline po jedinici površine [18], a određuje se izrazom:

$$R_{ct} = \frac{(t_m - t_a) \times P}{H} \quad (6)$$

Gdje su:

R_{ct} – otpor prolazu topline, $m^2 \text{°C} W^{-1}$

t_m – temperatura mjerne jedinice, °C

t_a – temperatura zraka okoline, °C

P – površina mjerne jedinice, m^2

H – snaga potrebna za zagrijavanje mjerne jedinice, W .

Otpor prolazu topline ili toplinski otpor (oznaka: R_{ct}) predstavlja otpor koji materijal pruža prolasku topline. Mjerna jedinica je $m^2 K/W$ odnosno $m^2 \text{°C} W^{-1}$. Suprotna vrijednost otporu prolaza topline (R_{ct}) je koeficijent prolaska topline (U) [22]. Otpor prolazu topline je omjer debljine sloja tvari, umnoška koeficijenta toplinske vodljivosti i dodirne površine prilikom provođenja topline kroz tijelo [18]. Što je veći otpor to je veća izmjerena vrijednost R_{ct-a} , izolacijska svojstva čarapa, tj. materijala od kojih su čarape izrađene su bolja.

Otpor prolazu topline odjeće/čarapa može se izračunati ako se zna toplinska vodljivost materijala i debljina materijala [18], a određuje se prema izrazu:

$$R_{ct} = \frac{d}{\lambda} \quad (7)$$

Gdje su:

R_{ct} – otpor prolazu topline, $m^2 \text{°C} W^{-1}$

d – debljina materijala, m

λ – toplinska vodljivost, $W m^{-1} K^{-1}$.

Toplinska vodljivost poznata i kao toplinska provodnost čija oznaka je λ je fizikalna veličina koja opisuje prolaznost topline kroz tvari (*Tablica 1*). Toplinska vodljivost ovisi o gustoći, strukturi, vlažnosti i temperaturi tvari, a određuje se pokusima. U slučaju da je toplinska vodljivost mala, tvar je toplinski izolator, a ako je velika, tvar je toplinski vodič. Mjerna jedinica toplinske vodljivosti je W/mK. Toplinska vodljivost ovisi o strukturi i svojstvima tvari koja provode toplinu. Prijenos topline između tijela različitih temperatura može se vršiti na tri osnovna načina koji su:

- izmjena topline konvekcijom
- izmjena topline provođenjem
- izmjena topline toplinskim zračenjem [23].

Tablica 1: Vodljivost vlakana

Vlakno	Vodljivost (Wm ⁻¹ K ⁻¹)
Pamuk	0,461
Aramid	0,130
Poliamid	0,243
Poliester	0,141
Polipropilen	0,117
Viskozni rajon	0,289
Vuna	0,193
Zrak	0,026

Toplinska difuznost (a) je svojstvo vezano uz prolaznost topline u strukturi materijala. Odnosno, brzina izmjene temperature tijela ili tijekom širenja topline, koja je definirana omjerom toplinske provodnosti i produkta gustoće i specifičnoga toplinskog kapaciteta [18].

$$a = \frac{\lambda}{\rho \times c} \quad (8)$$

Gdje su:

a – toplinska difuznost, m²s⁻¹

λ – toplinska vodljivost, Wm⁻¹K⁻¹

ρ – gustoća materijala, kgm⁻³

c – specifični toplinski kapacitet, Jkg⁻¹K⁻¹.

Apsorpcija topline (b) je svojstvo pomoću kojeg doznajemo karakteristike površine materijala odnosno koliko koji materijal apsorbira. Materijali koji imaju nisku vrijednost apsorpcije topline u kontaktu s kožom daju osjet toplog, a materijali s višim vrijednostima apsorpcije topline u kontaktu s kožom daju osjet hladnog. Dakle, materijali koji imaju veći otpor prolasku topline imaju manju apsorpciju topline [18].

$$b = \sqrt{\lambda \times \rho \times c} \quad (9)$$

Gdje su:

b – apsorpcija topline, $\text{Wm}^{-2}\text{s}^{0,5}\text{K}^{-1}$

λ – toplinska vodljivost, $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$

ρ – gustoća materijala, kgm^{-3}

c – specifični toplinski kapacitet, $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$.

Otpor prolazu topline odjeće/čarapa ili toplinska izolacija odjeće je definicija za utjecaj odjeće na ukupni prijenos topline i sastoji se od otpora svih slojeva odjeće i zraka između kože i okoline.

Jedinica C_{lo} definira otpor prolazu topline odjeće/čarapa i vrijedi da je :

1 $C_{lo} = 0,155 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$ odnosno $0,18 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$.

1 C_{lo} jednak je $0,155 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$ ukupnog toplinskog otpora cijelog tijela koje je potpuno obučeno. Raspon C_{lo} jedinice je od 0 do 4 s time da je 0 najniža vrijednost, a 4 najviša.

Promjena od $0,18 C_{lo}$ kompenzira promjenu temperature zraka od 1°C [18].

$$I_{clo} = \frac{\Delta t}{DRY} \quad (10)$$

I_{clo} – toplinski otpor odjeće, $\text{m}^2\text{°CW}^{-1}$

Δt – razlika temperatura kože i okoline

DRY – toplinski tok, Wm^{-2} ili Φ DRY.

2.2. PREĐE

Pređa je opći naziv za linearni tekstilni proizvod vrlo velike duljine odnosno beskonačnog nitastog oblika nastalog mehaničkim uvijanjem više vlasastih vlakana ili kemijskim ispredanjem u obliku fibrila tj. filamenata [28, 29]. Pređa se primjenjuje za tkanje, pletenje, čipkanje, šivanje, itd. te zato prolazi kroz razne površinske obrade za dobivanje boljih svojstava. Prema načinu izrade pređa može biti jednonitna, končana, kablovana, efektna itd. [29].

Svojstva koja određuju pređu i njene karakteristike su:

- rastezljivost,
- elastičnost,
- finoća,
- voluminoznost,
- dlakavost,
- sjaj,
- glatkoća,
- uvojitost [28].

Osnovna fizikalna svojstva pređe su:

- prekidna sila,
- čvrstoća
- prekidno istežanje
- broj uvoja
- otpornost na habanje,
- jednoličnost,
- dlakavost [29].

Finoća pređe predstavlja jedan od najbitnijih parametara pređe, a definira odnos između dužine (npr. 1000 m) i mase (npr. 1 g). Za određivanje finoće pređe koriste se dva sustava: maseni i duljinski sustav. Kod masenog sustava određuje se masa pređe određene duljine, a kod duljinskog sustava duljina pređe određene mase [30]. Međunarodna oznaka po SI sustavu za jedinicu dužine je Titer Tex (Tt). Koriste se i druge jedinice za označavanje finoće pređe, a to su titer denier (Td) za filamentne fine pređe te metrička numeracija (Nm) kao stara jedinica koja se koristila prije tex-a, ali se još uvijek susreće u industriji.

Tex : 1 tex = 1 g/1000 m (masena jedinica, definira koliko grama ima 1000 m pređe)

Denier 1 den = 1 g/9000 m (masena jedinica, definira koliko grama ima 9000 m filamentne pređe)

Metrička finoća 1 Nm = 1 m/1 g (dužinska jedinica, definira koliko metara ima 1 g pređe) [29].

Uvojitost pređe ovisi o duljini vlakana, namjeni pređe i sirovinskom sastavu. Vlakna zauzimaju različite pozicije u tijelu pređe zbog različitih karakteristika. Neka vlakna imaju veća kohezijska trenja, a time i veću otpornost pri istezanju pa migriraju prema jezgri niti. Međusobni dodir vlakana stvara trenje među vlaknima o kojemu ovisi čvrstoća pređe. Istezanjem pređe kratka vlakna migriraju na površinu pređe i imaju manju otpornost na trenje u odnosu na duža vlakna koja istezanjem pređe migriraju u njenu unutrašnjost. Migracija vlakana u pređi tijekom istezanja ovisi ne samo o njihovoj dužini već i o stupnju elastičnosti, čvrstoći, finoći i parametrima pređe. Uvijanjem vlakana u pređu stvara se njihov spiralni oblik. Kut uvijanja vlakana ovisi o načinu pređenja, o finoći pređe, o položaju vlakna u presjeku pređe i o broju uvoja pređe. Povećanjem broja uvoja čvrstoća pređe raste do određene granice, kada se površinska vlakna naprežu više od njihove prekidne čvrstoće i počinju se trgati [29]. Predene pređe koje se koriste za izradu pletiva najčešće imaju između 400 i 1200 uvoja po metru duljine. Opće je pravilo da finije pređe, pređe manjeg promjera imaju veći broj uvoja po jedinici duljine, a grublje pređe ili pređe većeg promjera, manji broj uvoja po metru [30]. Postoje S i Z smjerovi uvijanja.

2.2.2. VRSTE PREĐA

Predena pređa je naziv za pređu od vlasastih vlakana bilo prirodnih, umjetnih ili njihovih mješavina. Preoblikovanja kratkih vlakana u čvrstu nit provodi se pređenjem odatle i naziv predena pređa. Vlakna se moraju međusobno povezivati u kompaktnu dugačku nit. Postoje dva sustava pređenja: pamučarski (pređenje pamučnih vlakana) i vunarski (primjenjuje se za vunu, dlaku i umjetna vlakna).

Vrste pređenih pređa:

Jednonitna pređa – sastoji se od jedne dugačke niti građene od međusobno uvijenih vlakana.

Višenitne pređe – sastoje se od dvije ili više niti pređenih pređa međusobno uvijenih, nazvane končane pređe. Sve niti višenitne pređe međusobno uvijene postupkom končanja nazivaju se jednostavne končane pređe. Pređe složenih konstrukcija nazivaju se končane pređe ili kablovane pređe.

Strukana pređa – je pojam koji se odnosi na dvo- ili višenitnu pređu u kojoj jednonitne komponente gotovo nisu međusobno uvijene.

Filamentne pređe imaju veliku, gotovo neograničenu duljinu, pa se filamentne pređe dobivaju direktno u tvornici umjetnih vlakana. Više filamentnih niti udružuje se uz međusobno lagano uvijanje, čime se dobiva multifilamentna pređa. Filamentna pređa može se sastojati od samo jednog grubog filameta koji može biti uvijen ili neuvijen, tada govorimo o monofilamentnoj pređi. Glatke filamentne pređe se prerađuju u oblik sličiji pređenim pređama što se dobiva teksturiranjem. Teksturirana pređa znatno je voluminoznija, rastezljivija i elastičnija, te se često koristi za izradu pletiva.

Efektne pređe su razne vrste pređa za koje je karakteristično da se ističu nekom posebnom karakteristikom, zahvaljujući kojoj se na površinu plošnog proizvoda javljaju posebni vizualni efekti. To mogu biti čvorići, petljice, zadebljanja i dr. Upravo na temelju posebno tvorenog efekta, takve pređe često dobivaju naziv [28].

2.3. VRSTE PREPLETA

Postoje dva glavna oblika očica kod analiziranja struktura osnovina pletiva, to su otvorene i zatvorene očice. Kod otvorene očice slijed niti je u kontinuitetu i nema križanja jedne niti osnove same sa sobom. Kod zatvorene očice jedna nit osnove se križa sama sa sobom u tzv. povratnom hodu [31]. Sva se osnovina pletiva mogu izrađivati s otvorenim, zatvorenim i kombiniranim očicama i prepletima.

Lančić preplet ili resa je najjednostavniji osnovin preplet koji u osnovi nastaje tako što jedna nit osnove uvijek omata jednu pletaću iglu te se tako s jednom niti osnove oblikuje jedan niz očica. Ako uz lančić niz očica nema drugog prepleta neće se oblikovati plošna tvorevina, a lančić će samostalno oblikovati čvrsti niz očica. Ako se ovaj niz nalazi na kraju pletiva on pada

kao resa po čemu je lančić preplet i dobio naziv. U bilo kojoj kombinaciji s drugim prepletima lančić oblikuje plošnu tvorevinu. Iz lančić prepleta se može parati nit osnove što znači da je moguća ručna izrada lančić prepleta [31].

Triko preplet je prvi temeljni preplet od osnove koji samostalno u osnovnoj izvedbi oblikuje plošnu tvorevinu [31]. On je najznačajniji osnovin preplet i u kombinaciji s njim se izrađuje najviše osnovinih pletiva. Izrađuje se tako što jedna nit osnove oblikuje očice na dvije susjedne igle. U prvom se redu oblikuje očica na jednoj igli, a potom u drugom redu na susjednoj lijevoj ili desnoj igli. Ovo je jednostavan osnovin preplet i u temeljnoj izvedbi ima visinu raporta dva reda. Visina kombiniranog prepleta je neograničena. Triko preplet se koristi u kombinaciji s drugim prepletima za izradu jednostavnih osnovinih pletiva za donje rublje i kupaće kostime.

Sukno preplet se također kao i triko preplet izrađuje uz pomoć dvije igle, ali na prostoru tri igle jer jednu preskače. Prva nit osnove plete s prvom i trećom iglom odnosno podliježe ispod druge igle. Kod temeljnih osnovinih prepleta poželjno je osnovnu jedinicu raporta svesti na rad s prvom iglom. Početak rada ili oblikovanje prve očice u prvom redu može biti na prvoj, drugoj ili trećoj igli, ali je poželjno da bude na prvoj igli. Sukno preplet se često koristi u kombinaciji s drugim osnovinim prepletima [31].

Saten preplet ili triko ispod dvije igle jer se i u ovom prepletu za izradu pletiva u temeljnoj jedinici saten prepleta koriste dvije igle. U prvom redu se izrađuje očica na prvoj igli, a u drugom redu na četvrtoj igli. Također se može koristiti u kombinacijama s drugim prepletima pa se na lijevoj strani pletiva mogu vidjeti podlijeganja satena ispod dvije igle. Podlijeganja oblikuju malene petljice koje se mogu čupaviti pa se dobije mekana i nježna površina pletiva koja priliježe uz tijelo [31].

Samt preplet ili triko ispod tri igle jer jedna nit osnove oblikuje očicu na prvoj igli te podliježe ispod tri igle i u drugom redu oblikuje očicu na petoj igli pa je tako realizacija samt prepleta u dva reda. Dio niti koji podliježe se može čupaviti pa se dobije mekana i nježna površina pletiva, no u kombinaciji s lančić prepletom dobiva se gusto i čvrsto pletivo zbog toga što lančić preplet učvršćuje dijelove samta koji podliježu [31].

Atlas preplet nastao je razvijanjem triko prepleta te se u osnovi ne razlikuju previše. Značajan je po svojoj višerednosti. Oblikuje se na dvije susjedne igle i u dva susjedna reda. Atlas preplet ima bočne pomake do dvadeset i devet igala te je najčešće neparan broj bočnih pomaka što znači da se prva očica oblikuje u prvom redu na prvoj igli, druga očica u drugom redu na drugoj igli itd.. Atlas preplet može biti otvoreni i zatvoreni. Kod otvorenog atlasa očice su otvorene tj. smjer polaganja niti osnove je slijedan i u povratnom gibanju nit se ne križa sama sa sobom. Na mjestima gdje otvoreni atlas mijenja smjer, očice su zatvorene. Kod zatvorenog atlasa je obrnuto lijeganje. Slijedno se iz reda u red oblikuju zatvorene očice na način da se nit osnove u povratnom gibanju križa sama sa sobom, a na mjestima gdje atlas mijenja smjer očice su otvorene [31]. Atlas preplet može biti glatki i podliježni. Kod glatkog očice se slijedno oblikuju jedna za drugom u svakom novom redu, a kod podliježnog nit osnove podliježe ispod jedne igle odnosno prva se očica oblikuje u prvom redu na prvoj igli, druga očica u drugom redu na trećoj igli jer podliježe ispod druge igle, treća se očica oblikuje u trećem redu na petoj igli i nit osnove podliježe ispod četvrte igle itd. Pletivo izrađeno u glatkom atlasu ima drugačija rastezna svojstva od pletiva izrađena u podliježnom atlasu. Visina raporta je značajna jer je dvostruko veća od broja rednosti atlasa što znači da peteroredni atlas ima visinu raporta deset redova očica. Atlas preplet se koristi u kombinaciji s keper prepletom [31].

Keper preplet se dosta razlikuje od ostalih osnovinih prepleta po svojoj konstrukciji jer se u jednom redu na dvije susjedne igle oblikuju dvije očice. U slijedećem redu se isto oblikuju dvije očice, ali se one oblikuju na susjednoj igli i jednoj igli iz prethodnog reda. Tako se jedinica raporta keper prepleta oblikuje na tri igle [31].

2.4. STROJEVI ZA IZRADU PLETIVA

Za izradu čarapa potrebno je pletivo, a za pletivo pređa koja dolazi u pletionicu, gdje će se čarape izraditi. Pređa dolazi u pletionicu na križnim namotcima sa unaprijed definiranim karakteristikama [32]. Strojevi za proizvodnju pletiva dijele se prema namjeni pletene robe, prema tehnici pletenja, prema postupku očica, prema pogonu i prema opremljenosti, a može ih se podijeliti i prema finoći.

Prema namjeni to jest prema proizvodnji namjenskog pletiva postoje strojevi za proizvodnju pletiva za gornje odjevne predmete, za donje odjevne predmete, pletiva za sportske proizvode na kojima se izrađuju čarape te pletiva za ambalažu [32].

Prema tehnici pletenja postoje kulirni strojevi s kulirnim pletivima i osnovini strojevi s pletivima iz osnove odnosno lančanim pletivima. Kulirni strojevi izrađuju pletiva iz jedne horizontalno položene niti od koje se oblikuju očice po redovima kroz punu širinu pletiva. Kulirni strojevi prema obliku mogu biti kružni i ravni. Kružni pletu cijevasto pletivo različitog promjera. Ravni strojevi pletu ravnu plohu s čvrstim rubovima i različite širine. Na kulirnim strojevima se stvaraju očice pomoću elemenata za stvaranje pletiva koji su smješteni u svojim ležištima pa prema broju ležišta postoje jednoležni i dvoležni kulirni strojevi. Ako se plete na kulirnom stroju križni namotak odmah ide na pletaći stroj. Kulirno pletivo se može parati obrnutim postupkom od pletenja. Također se može i ručno izrađivati. U slučaju prekida očice pletivo se ne para po redu već po nizu u kojem se nalazi prekinuta očica što je poznato i kao „fenomen paranja“ [32]. Osnovini strojevi izrađuju lančana pletiva iz više vertikalno položenih niti koje se oblikuju u očice po nizovima kroz dužinu pletiva. Prema obliku mogu biti kružni i ravni, a prema broju ležišta jednoležni i dvoležni kao i kod kulirnih strojeva. Za osnovine strojeve pređu je prvo potrebno nasnovati na valjke. Dvije su vrste snovanja, jedna je na dijelne valjke na kojima se snuju osnove za temeljna pletiva, a druga je na osnovin valjak gdje se snuju uzorkasta osnovina pletiva. Razlika između te dvije vrste valjaka, dijelni i osnovini, je ta što je uzorkastih osnova manje nego temeljnih. Iz tog razloga je prilikom prematanja osnovin valjak potrebno blago pomicati lijevo-desno da ne dođe do urezivanja niti u tijelo osnove. Zato je pređu potrebno odmatati sa dva različita dijelna odnosno osnovina valjka. Broj niti u osnovi ovisi o broju igala koje će stvarati pletivo. Nakon namatanja valjci se postavljaju na stroj za pletenje [32].

Prema postupku stvaranja očica pletaći strojevi se dijele na pletaće i prepletaće strojeve. Pletaći pletu iz pređe koja se u očicu oblikuje u jednoj fazi pletenja, a prepletaći pletu u dvije faze; u prvoj se oblikuje petlja, a u drugoj fazi se iz petlje oblikuje očica. Kulirni strojevi mogu biti pletaći i prepletaći, a osnovini su samo prepletaći [32].

Prema pogonu strojevi za izradu pletiva su ručni ili motorni koji imaju pogon od elektromotora [32].

Prema opremljenosti to jest složenosti postupaka pletaći strojevi mogu biti glatki, poluautomati i automati. Glatki strojevi izrađuju metražno pletivo. Poluautomati prošivaju pletivo odnosno poluoblikuju jer su namijenjeni za jednostavnije operacije pletiva dok automati izvode složenije operacije oblikovanja pletiva [32].

Prema finoći se dijele na strojeve grube finoće, strojeve srednje finoće i strojeve velike finoće. Pod pojmom finoća stroja misli se na broj igala na određenoj jedinici duljine u jednoj iglenici stroja [32].

2.5. STROJEVI ZA IZRADU ČARAPA

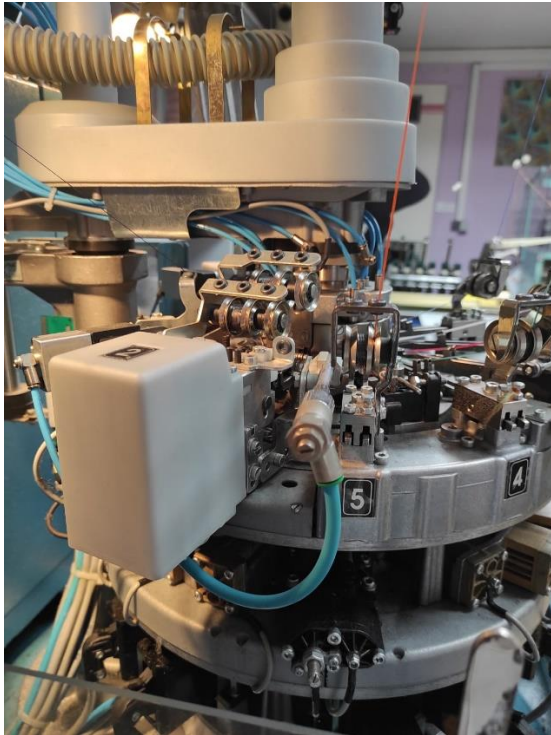
Postoje jednoiglenični, dvoiglenični i dvocilindrični čaraparski automati (Sl. 25-30). Kratke čarape se najčešće izrađuju na kružnopletaćim strojevima malog promjera odnosno na jednoigleničnim čaraparskim automatima. Promjer cilindra, dubina kuliranja, finoća pređe, elastičnost pređe, broj pređa koje se upliću u red pletiva, preplet u kojem se izrađuju pojedini dijelovi čarape, sve to utječe na širinu tijela čarape pa se na određenim promjerima cilindara dobivaju čarape određene obuvne veličine [36].



Sl. 25: Čaraparski automat



Sl. 26: Čaraparski automat



Sl. 27: Čaraparski automat



Sl. 28: Čaraparski automat



Sl. 29: Čaraparski automat



Sl. 30: Kontrolna ploča čaraparskog automata

2.6. TEHNIČKI PROCESI IZRADE ČARAPA

Faze proizvodnje čarapa se razlikuju po pletenju i drugim fazama proizvodnje. Muške i dječje čarape prolaze kroz pletenje koje se izvodi na kružnim jednocilindričnim ili dvocilindričnim strojevima, zatim slijedi faza kontrole i pregleda, šivanje prstiju ili ketljanje (nevidljivi šav), bojadisanje, glačanje, kontrola, etiketiranje te pakiranje. Dok ženske čarape imaju više faza proizvodnje koje su pletenje, predfiksiranje, krojenje rolinga, krojenje umetka, šivanje prstiju, šivanje gaćica, priprema za bojadisanje, bojadisanje, centrifugiranje, sušenje, glačanje,

pakiranje, kontrola i označavanje. Pletenje se vrši na kružno pletaćim strojevima malog promjera te može biti izvedeno sa ili bez pete. Kod izrade ženskih čarapa nakon pletenja dobije se tuba to jest crijevo koje treba pretvoriti u čarapu spajanjem čarape u predjelu prstiju koje se radi na klasičnom šivaćem stroju ili na posebnim automatima za šivanje na kojima se u jednom krugu napravi više operacija u procesu šivanja čarapa (okretanje čarape, šivanje prstiju, šivanje gaćica, ubacivanje umetka, okretanje čarape). Koriste se dva osnovna šava, ravni šav i overlock šav. Ravni šav je lijepši, čvršći pa su čarape kvalitetnije i skuplje [32].

2.7. POSTUPCI OPLEMENJIVANJA ČARAPA

Tokom proizvodnje pletiva odnosno čarape prolaze kroz niz doradbenih procesa koji ih čine mekim, ugodnim, stabilnog oblika i dimenzija, jednoličnim i postojanima itd.. Neke od doradbenih postupaka su kvašenje, pretpranje i pranje, bojadisanje, nijansiranje (mustranje), sapunanje, ispiranje, omekšavanje, centrifugiranje, sušenje, glačanje (fiksiranje, formiranje čarapa) te obrada posebnim sredstvima [32].

2.8. UDOBNOST

Iako pojam udobnosti ovisi od osobe do osobe može se definirati kao odsutnost neudobnosti i svjesnosti nošenja odjevnog predmeta. Udobnost ne ovisi samo o svojstvima i parametrima materijala nego i o tome kako se osoba psihički i fizički osjeća u materijalu odnosno ovisi o psihološkim, osjetilnim i termofiziološkim elementima (*Tablica 2*). Psihološka udobnost odjeće ovisi o dizajnu, kroju, veličini, boji, prijanjanju uz tijelo, trendu i namjeni.

Osjetilna udobnost se odnosi na neverbalnu komunikaciju između odjeće i obuće i osjetila onoga tko ih nosi. Elemente osjeta dijelimo na opip, vlažnost, pritisak, toplinu. Zanimljiva činjenica je da toplina smanjuje bol odnosno blokira bolne receptore.

Varijable koje utječu na udobnost su:

- metabolizam, dob, kondicija, aktivnost,
- vrsta vlakana, tip pređe, konstrukcija plošnog proizvoda, dizajn odjeće i konstrukcija,
- vanjski uvjeti (vlaga, temperatura, brzina zraka) [33].

Tablica 2: Udobnost materijala

Udobnost odjevnog predmeta		
Psihološka	Osjetilna	Termofiziološka
<ul style="list-style-type: none"> - ovisi o percepciji pojedinca - povezana je s estetikom 	Ovisi o: <ul style="list-style-type: none"> - svojstvima pređe - svojstvima plošnih proizvoda - doradi - konstrukciji i izradi odjevnog predmeta 	
Parametri koji utječu na određivanje ocjene udobnosti		
<ul style="list-style-type: none"> - percepcija pojedinca - sjaj - boja i uzorak - usklađenost s trendom - izgled na tijelu 	<ul style="list-style-type: none"> - izgled površine - opip - sklonost pilingu 	<ul style="list-style-type: none"> - prijenos topline - prijenos vodene pare

Termofiziološka udobnost ovisi o načinu na koji odjeća i obuća propuštaju ili zadržavaju toplinu i vlagu te pomaže li tijelu da zadrži uravnoteženu tj. optimalnu toplinu tijekom mirovanja ili različitih razina aktivnosti [34].

Varijable koje utječu na toplinsku udobnost su:

- utjecaj odjeće u koje uvrštavamo otpor prolazu topline i otpor prolazu vodene pare,
- utjecaj okoline pod koje uvrštavamo temperaturu, relativnu vlažnost zraka, brzinu zraka,
- razina aktivnosti.

Pletena odjeća koja se nosi uz tijelo mora omogućiti što efikasnije isparavanje znoja i odvod vlage od tijela. Specifična struktura pletiva daje odjeći poroznost koja omogućava prolaz vodene pare kroz pore pletiva u okolinu [33]. Stoga je udobnost jedna od temeljnih faktora tekstilnog proizvoda kada se određuje njegova vrijednost tj. ocjena (*Tablica 3*) [18]. Kad je riječ o udobnosti čarapa mora se paziti na materijal, šavove, čvrstoću elastične niti u okrajku itd.

Elementi koji su bitni za udobnost su:

- M – intenzitet metabolizma
- I_{cl} – toplinska izolacija odjeće, $m^2\text{°C}W^{-1}$
- v – brzina strujanja zraka, m/s
- t_r – srednja temperatura radijacije, $^{\circ}C$
- t_a – temperatura okoline, $^{\circ}C$
- p_w – tlak vodene pare u zraku, Pa .

Tablica 3: Ocjene udobnosti odjeće i obuće ovisno o vrijednostima R_{et-a}

Ocjena udobnosti	$R_{et}, m^2 Pa W^{-1}$
Vrlo dobro	≤ 6
Dobro	6,1 – 13
Zadovoljavajuće	13,1 – 20
Nezadovoljavajuće	> 20

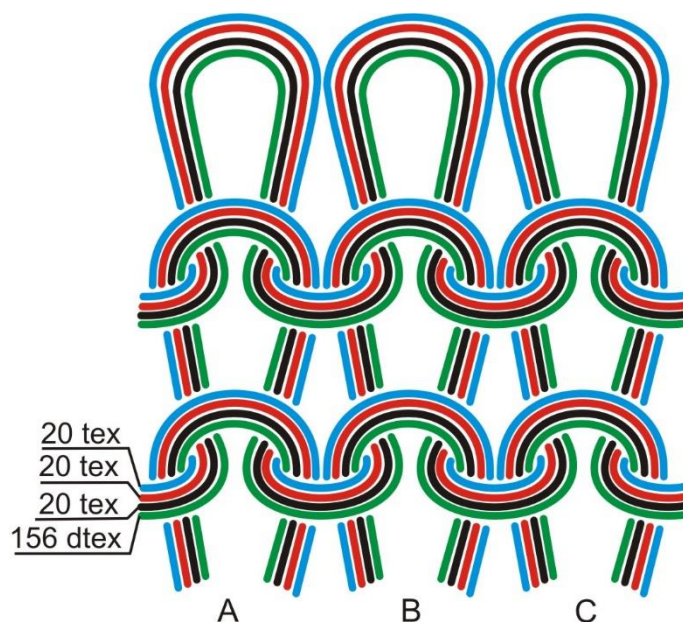
2.9. SIROVINE ZA IZRADU ČARAPA

Kako napreduje razvoj tehnologije tako se i materijali za izradu čarapa poboljšavaju i brojčano povećavaju. Materijali za izradu čarapa su: pamuk, vuna, bambusovo vlakno, modal, svila, alpaka, kašmir, poliester te razne mješavine [6], no najviše se upotrebljavaju poliamid, elastanska vlakna, pamuk, vuna i akrilna vlakna [32]. Svaki od materijala je struktura proizvedena iz vlakana drugačijih karakteristika, a na svojstva materijala utječu šupljine koje se nalaze u strukturi materijala [18]. Čarape se najčešće izrađuju od mješavine dva ili više materijala [32].

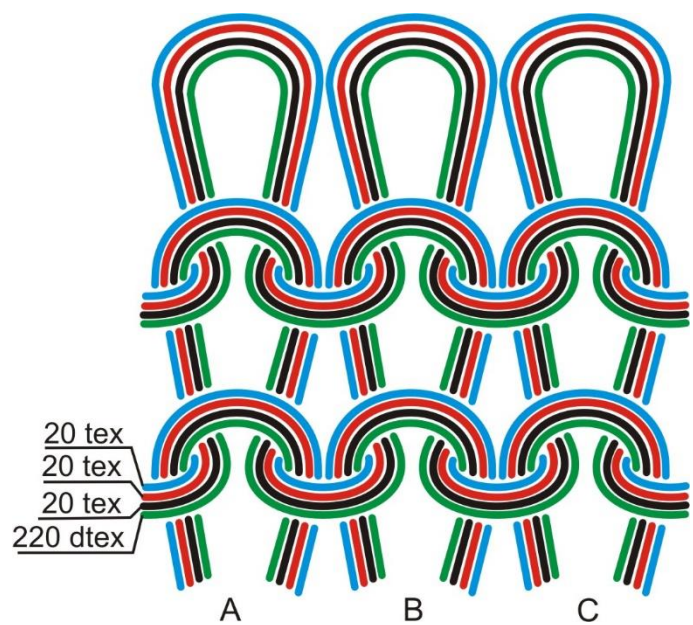
3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. OPIS UZORAKA I POSTUPAK MJERENJA PARAMETARA ČARAPA

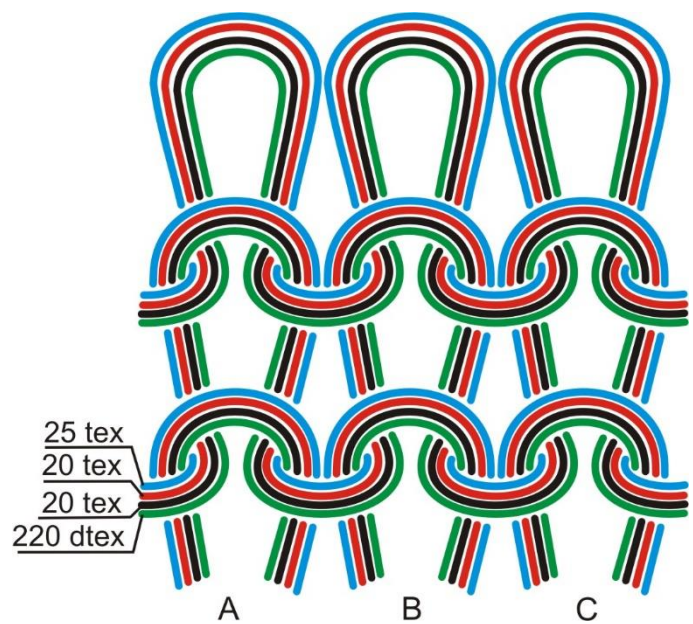
Izmjereno je 27 uzoraka čarapa, prikazani na *sl. 41-49*, odjevne veličine 42 koje su podijeljene u tri grupe prema materijalu odnosno sirovinskom sastavu (*Tablica 4*). Devet uzoraka je od SIRO viskozne prstenaste pređe, devet od PES prstenaste pređe i devet od pamučne prstenaste pređe. Svaka grupa je još podijeljena u tri podgrupe sa tri uzorka čarapa koji su označeni sa A1, A2, A3; B1, B2, B3; C1, C2, C3. Uzorci čarapa pleteni su na čaraparskom automatu (*Sl. 25-30*) promjera cilindra 95 mm (3 ¾ inča) sa 108 igala što znači da u jednom redu ima 108 očica [37]. Čarape su izrađivane u višestruko kulirno platirnom desno-lijevom prepletu (*Sl. 31-34*) s pređom različitog sirovinskog sastava finoće 20 tex, filamentnom PA 6.6. pređom finoće 156 i 220 dtex i pamučnom pređom finoće 25 tex sa upletenom elastanskom niti odnosno gunicom u okrajku čarape [37]. Kulirni platirni desno-lijevi preplet izrađuje se s dvije ili više niti u jednom redu što im daje masivniju i puniju strukturu pletiva. PA 6.6. filamentna pređa je najčešće temeljna i ona naliježe na kožu, a platira pamučna koja je vidljiva na licu čarape [36]. Dvije ili više niti mogu biti različite po sirovinskom sastavu, finoći, strukturi, boji itd. Desno-lijevi kulirni platirni preplet karakterističan je po tome da se na jednoj strani vide desne očice, a na drugoj lijeve očice [38].



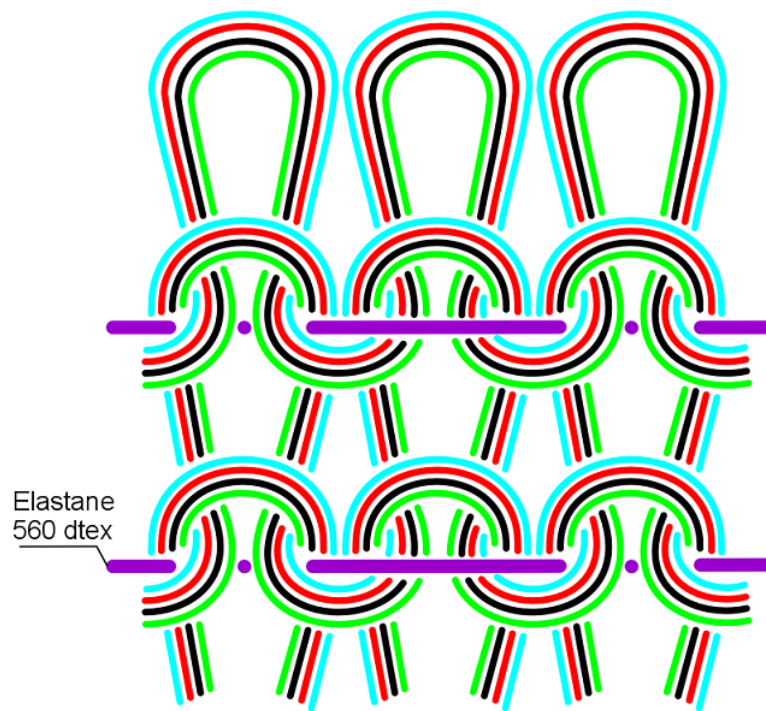
Sl. 31: Desno-lijevi kulirni temeljni platirni preplet sa 4 niti u redu očica



Sl. 32: Desno-lijevi kulirni temeljni platirni preplet sa 4 niti u redu očica



Sl. 33: Desno-lijevi kulirni temeljni platirni preplet sa 4 niti u redu očica



Sl. 34: Okrajak čarape



Sl. 35: SIRO namotak



Sl. 36: Pamučni namotak



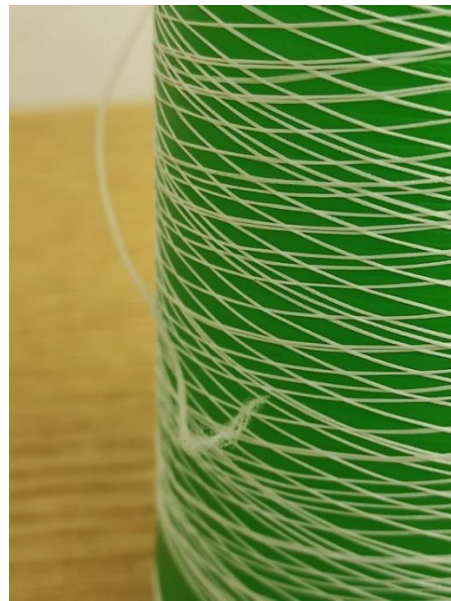
Sl. 37: PES namotak



Sl. 38: PA namotak



Sl. 39: PA namotak



Sl. 40: Teksturirana multifilamentna PA
pređa

U tablici 4 SIRO viskozna pređa označava se S1, pamučna prstenasta pređa S2, a PES prstenasta pređa S3.

Tablica 4: Opis uzoraka čarapa

Oznaka uzorka	Opis uzorka	Pletenje
S1	S1A SIRO viskoza SIRO 20 tex x 3 + PA 6.6. 156 dtex f 68 x 1	Pleteno s četiri pređe u svakom redu
	S1B SIRO viskoza SIRO 20 tex x 3 + PA 6.6. 220 dtex f 68 x 1	Pleteno s četiri pređe u svakom redu
	S1C SIRO viskoza SIRO 20 tex x 2 + PK 25 tex x 1 + PA 6.6. 220 dtex f 68 x 1	Pleteno s četiri pređe u svakom redu
S2	S2A Pamuk Pamuk 20 tex x 3 + PA 6.6. 156 dtex f 68 x 1	Pleteno s četiri pređe u svakom redu
	S2B Pamuk Pamuk 20 tex x 3 + PA 6.6. 220 dtex f 68 x 1	Pleteno s četiri pređe u svakom redu
	S2C Pamuk Pamuk 20 tex x 2 + Pamuk 25 tex x 1 + PA 6.6. 220 dtex f 68 x 1	Pleteno s četiri pređe u svakom redu
S3	S3A PES PES 20 tex x 3 + PA 6.6. 156 dtex f 68 x 1	Pleteno s četiri pređe u svakom redu
	S3B PES PES 20 tex x 3 + PA 6.6. 220 dtex f 68 x 1	Pleteno s četiri pređe u svakom redu
	S3C PES PES 20 tex x 2 + Pamuk 25 tex x 1 + PA 6.6. 220 dtex f 68 x 1	Pleteno s četiri pređe u svakom redu



Sl. 41: S1A



Sl. 42: S1B



Sl. 43: S1C



Sl. 44: S2A



Sl. 45: S2B



Sl. 46: S2C



Sl. 47: S3A



Sl. 48: S3B

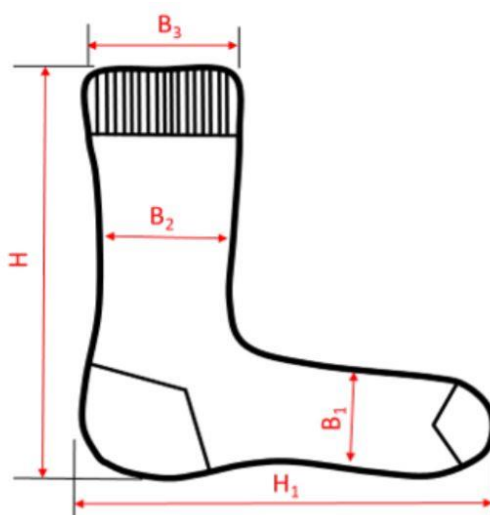


Sl. 49: S3C

Određene su masa, debljina čarapa, visina tijela čarape, duljina stopala čarape te polovica opsega tijela i polovica opsega stopala čarape (Sl. 50).

Masa čarapa mjeri se na analitičkoj vazi tako što se pojedinačnim mjerenjem mase četiriju uzoraka čarapa izračuna srednja vrijednost mase jedne čarape [33].

Debljina čarapa mjeri se debljinomjerom uz pomoć tri metalne pločice od kojih svaka ima debljinu 1 mm. Jedna pločica uloži se unutar tijela čarape, a druge dvije s vanjske strane čarape te se izmjeri debljina „sendviča“. Debljina pločica se oduzima od debljine „sendviča“, pri čemu debljina pletiva čarape iznosi polovicu debljine čarape. Prosječna debljina pletiva čarape se računa nakon deset mjerenja. Grublje pređe (pamučna i PA) daju veću masu i debljinu te manje istezanje u smjeru nizova na tijelu [33].



Sl. 50: Oblik čarape s glavnim izmjerama (H – dužina tijela čarape, H_1 – dužina stopala čarape, B_1 – polovica opsega stopala, B_2 – polovica opsega dužine H , B_3 – polovica opsega u visini gležnja) [33]

Uzorci čarapa su označeni na prstima i početku čarape s točkom te na peti s tri linije zbog praćenja širenja i produljenja uzorka prije stavljanja na Termalno stopalo, poslije stavljanja na Termalno stopalo te na samom uređaju Termalno stopalo. Prvo se mjere označene dužine na neistegnutom uzorku čarape (Sl. 51), $L_{0,s}$ (200 mm) i $L_{0,t}$ (150 mm), koji je položen na ravnu površinu u obliku slova L. Potom se mjeri koliko su se uzorci čarapa istegnuli na Termalnom stopalu po krivuljama $L_{1,s}$ i $L_{1,t}$ (Sl. 52). Na istezljivost čarape utječu tri glavna parametra; utrošak niti u očici, prekidna istezljivost pređe i vlačna sila. Utrošak niti u očici ovisi o dubini kuliranja odnosno što veća dubina kuliranja to veći utrošak niti u očici pa time i poprečna istezljivost čarape [36]. Uz SIRO viskoznu, pamučnu prstenastu i PES prstenastu pređu upliće se i PA 6.6. filamentna pređa, najčešće teksturirana pređa sa prekidnom istezljivošću 25 % do

35 % zbog povećanja elastičnosti [37]. Prilikom istezanja pletiva u smjeru redova očica povećava se korak očice i smanjuje se visina reda očica odnosno pletivo se skraćuje po visini [36].

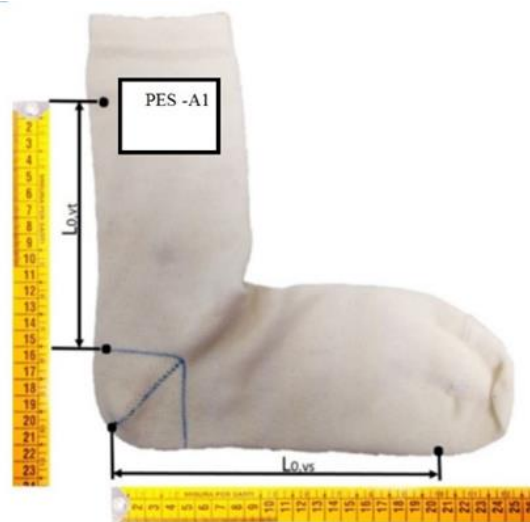
Relativno istezanje čarape na dijelu stopala ϵ_{vs} (%) je istezanje u smjeru nizova, koje nastaje postavljanjem čarape na Termalno stopalo, računa se prema izrazu:

$$\epsilon_{vs} = \frac{\Delta L_{vs}}{L_{0,vs}} = \frac{L_{1,vs} - L_{0,vs}}{L_{0,vs}} \cdot 100 \quad (11)$$

Relativno istezanje na dijelu tijela čarape ϵ_{vt} (%) isto se računa mjerenjem istezanja u smjeru nizova na tijelu i određuje se izrazom:

$$\epsilon_{vt} = \frac{\Delta L_{vt}}{L_{0,vt}} = \frac{L_{1,vt} - L_{0,vt}}{L_{0,vt}} \cdot 100 \quad (12)$$

gdje su L_s i L_t apsolutna istezanja i na stopalu i na tijelu čarapa, $L_{1,s}$ i $L_{1,t}$ izmjerene vrijednosti nakon stavljanja čarape na Termalno stopalo u smjeru nizova, $L_{0,s}$ i $L_{0,t}$. Početne vrijednosti mjerenja čarape u smjeru nizova na stopalu i u smjeru nizova na tijelu čarape prije stavljanja na Termalno stopalo ($L_{0,s} = 200$ mm, $L_{0,t} = 150$ mm) [33].



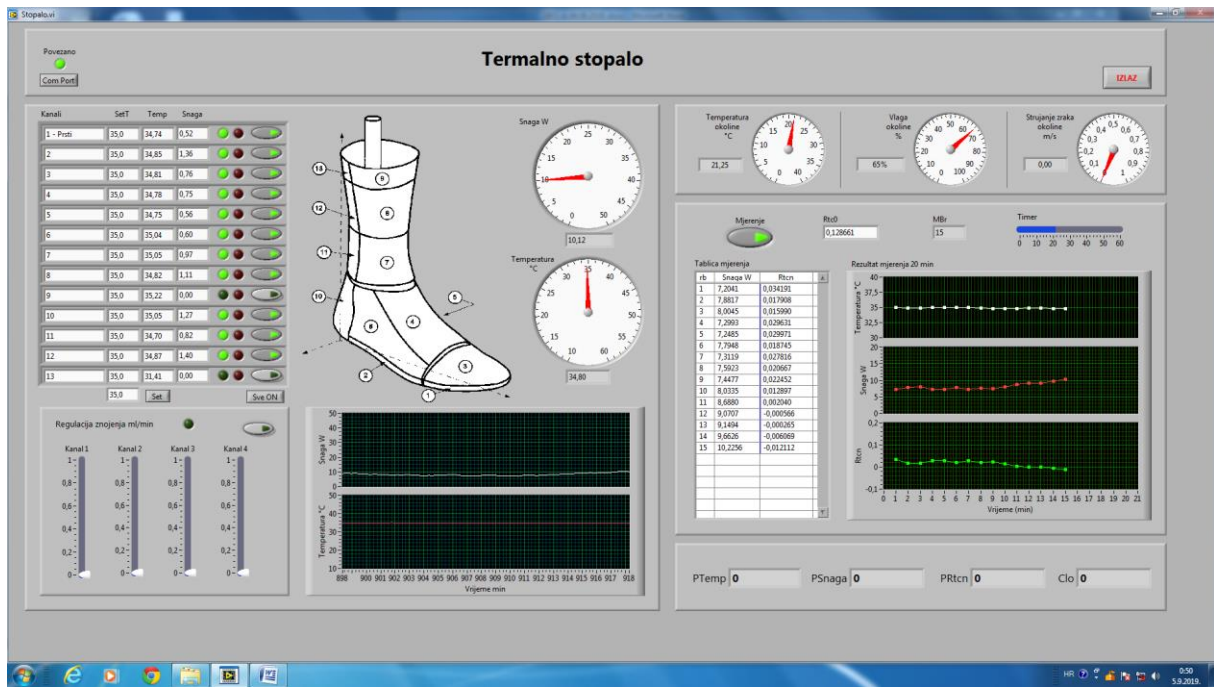
Sl. 51: Označavanje uzoraka [33]



Sl. 52: Mjerenja parametara istezanja čarape po krivulji Termalnog stopala

3.2. POSTUPAK MJERENJA NA TERMALNOM STOPALU

Razmaci između segmenata Termalnog stopala zalijepljeni su trakom, a vrata komore su otvorena. Prostorija se ovlažuje ovlaživačima koji se isključuju kada se postigne relativna vlažnost od 70%. Klima prostorije podešena je na 20°C. Uzorci čarapa su prije ispitivanja ostavljeni 24 sata na standardnim uvjetima temperatura $20 \pm 2^\circ\text{C}$ i relativna vlažnost $65 \pm 5\%$. Mjerenja na Termalnom stopalu započinju očitavanjem uvjeta okoline u prostoriji gdje se uređaj nalazi. Termalno stopalo odnosno svih 13 segmenata se zagrijava do 35°C. Segmenti 9 i 13 su isključeni jer ih uzorci čarapa ne pokrivaju u potpunosti. Na Termalnom stopalu se nalazi 100% pamučna čarapa koja se ne skida te se s njom mjeri svaki R_{ct0} . Prvobitna stabilizacija traje cca 60 minuta te se nakon stabilizacije uključuje mjerenje otpora prolazu topline R_{ct0} . Mjerenje R_{ct0} traje 20 minuta kao i mjerenja R_{ct-a} . Prije svakog novog mjerenja R_{ct-a} potrebno je izmjeriti R_{ct0} . Nakon očitavanja početnog R_{ct0} stavlja se uzorak čarape te se čeka cca 15 minuta da se uzorak stabilizira pa se tek onda započinje s mjerenjem otpora prolazu topline R_{ct-a} uzorka čarape. Završetkom mjerenja otpora prolaza topline uzorka, uzorak se skida s Termalnog stopala, čeka se cca 15 min da se instrument stabilizira te se ponovno mjeri R_{ct0} . Termalno stopalo mjeri otpor uređaja sa temeljnom čarapom (R_{ct0}), mjeri ukupni otpor uređaja, temeljne čarape i uzorka.



Sl. 53: Izgled programa Termalnog stopala

Na sl. 53 prikazani su:

- segmenti koji su isključeni i segmenti koji su nestabilni,
- uzorci koji se mjere,
- temperatura okoline, °C
- relativna vlažnost okoline (RH), %
- brzina strujanja zraka okoline (Vz), m/s
- snaga analognog pokazivača, W
- temperatura, °C
- temperatura toplinske noge, °C
- snaga grijača, W
- otpor prolaza topline (R_{ct0}), $m^2\text{°C}W^{-1}$
- otpor prolaza topline obuće (C_{lo0}), $m^2\text{°C}W^{-1}$
- otpor prolaza topline (R_{ct}), $m^2\text{°C}W^{-1}$ [39].

4. REZULTATI I DISKUSIJA

4.1. DIMENZIJE UZORAKA ČARAPA (prema *sl. 51*)

U *tablici 5, sl. 54 i sl. 55* date su temeljne dimenzije neistegnutih čarapa svih uzoraka.

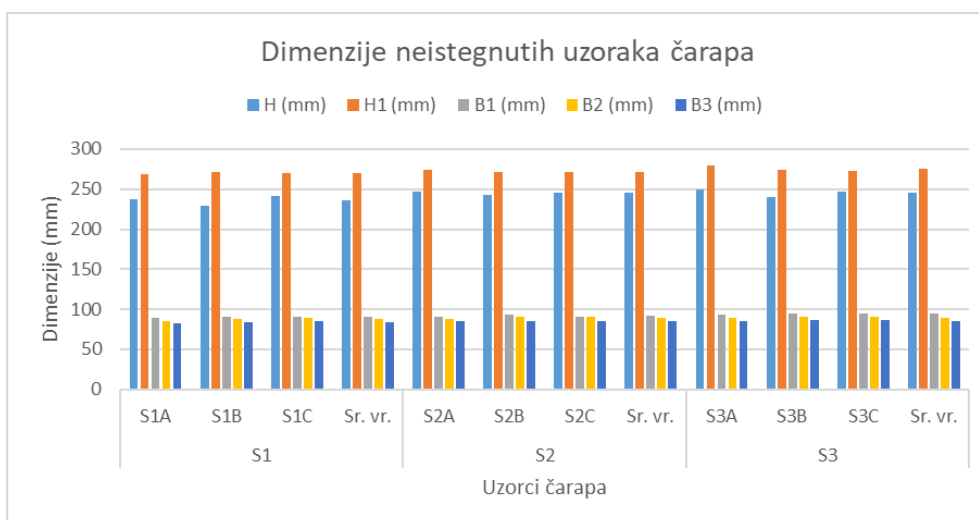
Najmanja visina neistegnutoz uzorka dobivena je kod čarape iz temeljne SIRO viskozne pređe sa dodatkom PA 6.6. filamentne pređe finoće 220 dtex (229 ± 2 mm, S1B), dok je najveća visina neistegnutoz uzorka dobivena kod čarape iz temeljne PES prstenaste pređe sa dodatkom filamentne PA 6.6. pređe finoće 156 dtex (250 ± 2 mm, S3A). Najmanja srednja vrijednost visine neistegnutoz uzorka dobivena je kod čarapa iz temeljne SIRO viskozne pređe (235,67 mm, S1) u odnosu na neistegnute uzorke čarapa iz temeljne pamučne prstenaste pređe (245,33 mm, S2) i temeljne PES prstenaste pređe (245,67 mm, S3). Razlika u srednjim vrijednostima manja je od 5,9 % i posljedica je tipa temeljne pređe i sirovine. Dužina stopala neistegnutoz uzorka čarape također je najmanja kod uzorka čarapa iz temeljne SIRO viskozne pređe (269 ± 5 mm, S1A), dok je najveća također kod uzorka čarapa iz temeljne PES prstenaste pređe (280 ± 1 mm, S3A). Najmanja srednja vrijednost dužine stopala neistegnutoz uzorka dobivena je kod čarapa iz temeljne SIRO viskozne pređe (270,33 mm, S1), iduća srednja vrijednost dužine stopala neistegnutoz uzorka dobivena je kod čarapa iz pamučne prstenaste pređe (272,00 mm, S2), dok je najveća dobivena kod čarapa iz temeljne PES prstenaste pređe (275,67 mm, S3). Kao i kod visine čarapa i ovdje dužina stopala prati trend porasta, tj. najmanje je kod uzorka čarape iz temeljne SIRO viskozne pređe, slijedi kod uzoraka iz temeljne pamučne prstenaste pređe te na kraju je najveća srednja vrijednost kod uzoraka čarapa iz temeljne PES prstenaste pređe. Razlike su ipak male, ispod 2,2 % i vjerojatno imaju slučajni karakter.

Analogno dimenzijama H i H₁, dimenzije B₁, B₂ i B₃ prate prethodno navedeni trend.

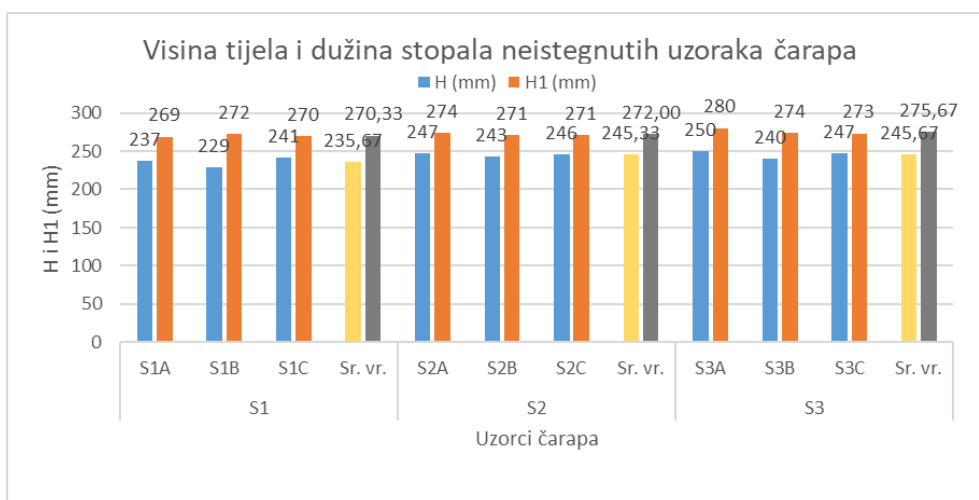
Bez obzira na dobivene razlike u srednjim vrijednostima dužina, može se kazati da je najveća razlika u dimenzijama srednjih vrijednosti manja od 4,4 %. Značajnost ove razlike može se potvrditi statističkim testovima, kada bi se dobila potvrda jesu li navedene razlike statistički bitne ili ne. Statistička obrada u ovom radu nije izvršena.

Tablica 5: Dimenzije neistegnutih uzoraka čarapa (sl. 54 i sl. 55)

Uzorci		Visina čarape H (mm)	Dužina stopala H ₁ (mm)	B ₁ (mm)	B ₂ (mm)	B ₃ (mm)
S1	S1A	237 ± 2	269 ± 5	89 ± 1	85 ± 1	83 ± 1
	S1B	229 ± 2	272 ± 2	91 ± 0	88 ± 1	84 ± 1
	S1C	241 ± 1	270 ± 5	91 ± 1	89 ± 1	85 ± 0
	Sr. vr.	235,67	270,33	90,33	87,33	84,00
S2	S2A	247 ± 3	274 ± 4	90 ± 1	88 ± 1	85 ± 0
	S2B	243 ± 2	271 ± 4	93 ± 1	90 ± 1	85 ± 1
	S2C	246 ± 3	271 ± 3	91 ± 2	91 ± 1	85 ± 1
	Sr. vr.	245,33	272,00	91,33	89,67	85,00
S3	S3A	250 ± 2	280 ± 1	93 ± 1	89 ± 1	85 ± 0
	S3B	240 ± 1	274 ± 1	95 ± 1	90 ± 1	86 ± 1
	S3C	247 ± 3	273 ± 2	95 ± 1	90 ± 0	86 ± 1
	Sr. vr.	245,67	275,67	94,33	89,67	85,67



Sl. 54: Dimenzije neistegnutih uzoraka čarapa



Sl. 55: Visina tijela i dužina stopala neistegnutih uzoraka čarapa

4.2. MASA I DEBLJINA UZORAKA ČARAPA

U *tablici 6* i na *sl. 56* i *sl. 57* prikazane su vrijednosti mase i debljine čarapa. Masa je određena na svakoj od šesnaest uzoraka čarapa te je određena srednja vrijednost. Debljina čarapa određena je na 5 čarapa na tijelu čarape, uz opterećenje od 1 kPa promjera nalijeganja uzorka od 50 mm.

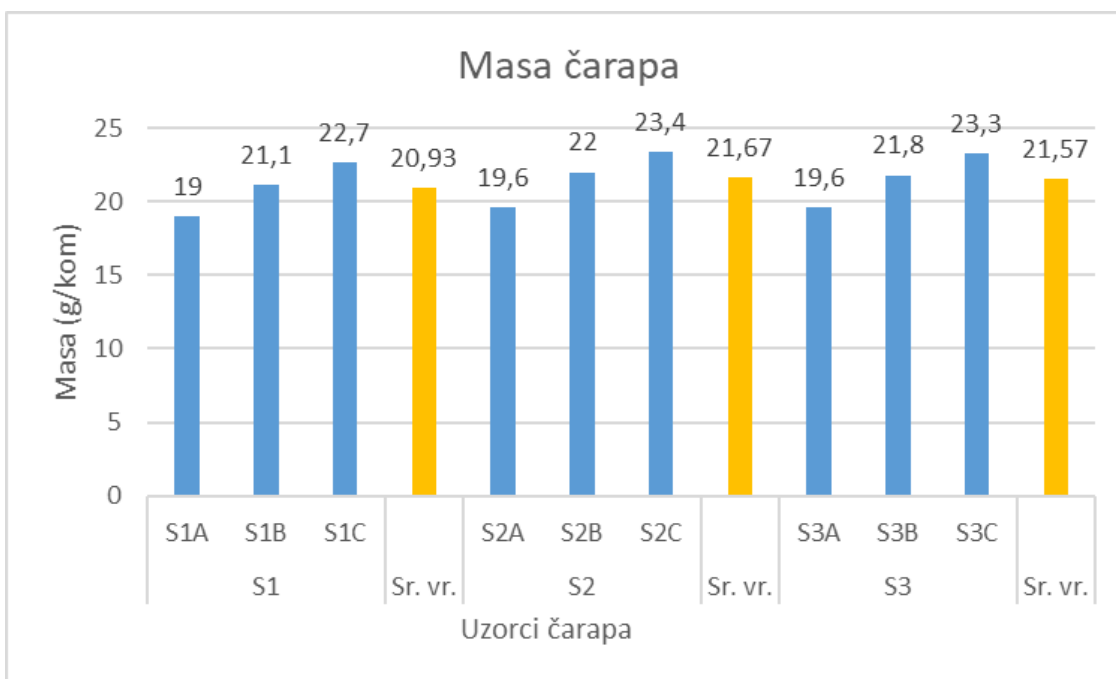
Masa i debljina uzoraka čarapa najmanje su u A uzorcima koje uz temeljne SIRO viskozne pređe, temeljne pamučne prstenaste pređe te temeljne PES prstenaste pređe sadrže i PA 6.6. filamentnu pređu finoće 156 dtex, dok su najveće vrijednosti mase i debljine u C uzorcima čarapa koji uz temeljne pređe sadrže pamučnu pređu finoće 25 tex te PA 6.6. filamentnu pređu finoće 220 dtex. Najmanju masu i debljinu ima uzorak čarapa iz temeljne SIRO viskozne pređe (S1A) s masom od 19,0 g/kom i debljinom 1,18 mm, dok najveću ima uzorak čarapa iz temeljne pamučne prstenaste pređe (S2C) s masom 23,4 g/kom i debljinom 1,50 mm. Od sve tri grupe uzoraka čarapa (SIRO viskoza, pamuk i PES), uzorci A imaju najmanju masu i debljinu jer su korištene pređe finije. Uzorci grupe C su grublji tj. imaju veću masu i debljinu jer uz 2x temeljnu pređu finoće 20 tex imaju i grublju pamučnu pređu finoće 25 tex i grublju PA 6.6. filamentnu pređu finoće 220 dtex.

Najmanja srednja vrijednost mase čarapa dobivena je kod uzorka čarapa iz temeljne SIRO viskozne pređe (20,93 g/kom, S1), dok je najveća srednja vrijednost kod uzorka čarapa iz temeljne pamučne prstenaste pređe (21,67 g/kom, S2).

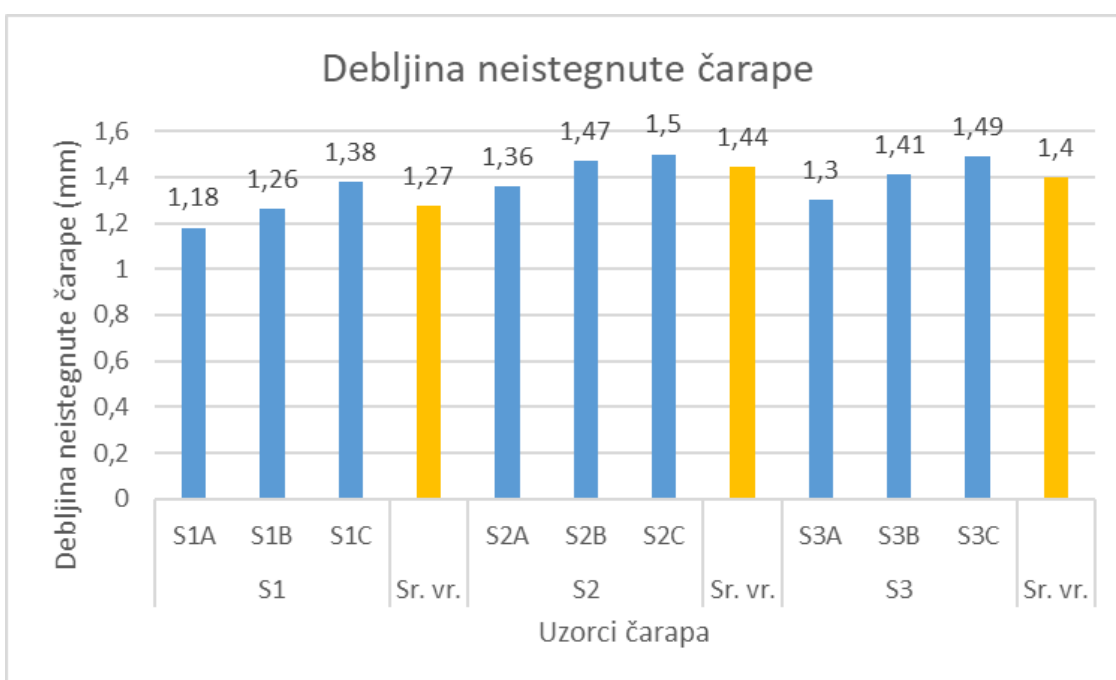
Također, jednaki odnos vrijedi i za srednju vrijednost debljine neistegnutih uzoraka čarape, gdje je najmanja debljina kod uzoraka iz temeljne SIRO viskozne pređe (1,27 mm, S1), a najveća kod uzoraka iz temeljne pamučne prstenaste pređe (1,44 mm, S2).

Tablica 6: Masa uzoraka čarapa i debljina pletiva čarape

Uzorci		Masa čarapa (g/kom)	Debljina neistegnute čarape (mm)
S1	S1A	19.0 ± 0.0	1.18 ± 0.01
	S1B	21.1 ± 0.0	1.26 ± 0.02
	S1C	22.7 ± 0.0	1.38 ± 0.02
	Sr. vr.	20,93	1,27
S2	S2A	19.6 ± 0.1	1.36 ± 0.01
	S2B	22.0 ± 0.0	1.47 ± 0.01
	S2C	23.4 ± 0.1	1.50 ± 0.02
	Sr. vr.	21,67	1,44
S3	S3A	19.6 ± 0.0	1.30 ± 0.01
	S3B	21.8 ± 0.0	1.41 ± 0.00
	S3C	23.3 ± 0.1	1.49 ± 0.02
	Sr. vr.	21,57	1,4



Sl. 56: Masa uzoraka čarapa



Sl. 57: Debljina neistegnutih uzoraka čarapa

4.3. DIMENZIJE UZORAKA ČARAPA NA TERMALNOM STOPALU (prema *sl. 52*)

Dimenzije istegnutih uzoraka čarapa postavljenih na Termalno stopalo za mjerenje otpora prolazu topline prikazane su u *tablici 7, sl. 58 i sl. 59*. Izvršeno je jedno mjerenje po uzorku čarape, na 3 čarape te je određena njihova srednja vrijednost. Postupak postavljanja čarape na Termalno stopalo je bio takav da peta čarape pravilno i potpuno prekrije petu Termalnog stopala. Ostatak čarape tj. tijelo čarape postavljeno je na tijelo Termalnog stopala ostavljajući nepokrivena dva gornja segmenta (segmenti broj 9 i 13) (*Sl. 19*). Na taj način je cijela čarapa bila položena na mjernu površinu Termalnog stopala.

Visina tijela čarape na Termalnom stopalu

Uzorak s najmanjom visinom tijela čarape na Termalnom stopalu je S1C (152,3 mm) - uzorak čarape izrađen iz temeljne SIRO viskozne pređe, pamučne pređe finoće 25 tex i PA 6.6. filamentne pređe finoće 220 dtex, dok je uzorak s najvećom visinom tijela čarape na Termalnom stopalu S3B (167,0 mm) - uzorak čarape izrađen iz temeljne PES prstenaste pređe i PA 6.6. filamentne pređe finoće 220 dtex. Najmanja srednja vrijednost visine tijela čarape dobivena je kod uzoraka izrađenih iz temeljne pamučne prstenaste pređe (156,67 mm, S2), a najveća je kod uzoraka čarapa izrađenih iz temeljne PES prstenaste pređe (162,57 mm, S3). Najmanji koeficijent varijacije visine tijela čarapa dobiven je kod uzorka čarape S2C iz temeljne pamučne prstenaste pređe (0,00 %), a najveći kod uzorka čarape S3A iz temeljne PES prstenaste pređe (4,36 %). Najmanji srednji koeficijent varijacije visine tijela čarape je kod uzoraka dobivenih iz temeljne pamučne prstenaste pređe (S2, 1,70 %), dok je najveći koeficijent varijacije kod uzoraka dobivenih iz temeljne PES prstenaste pređe (S3, 3,23 %). Razlike u koeficijentima varijacije visine tijela su manje od 4,36 % te se može smatrati da ista ima slučajni karakter.

Najmanje istezanje tijela čarape od 1,53 % dobiveno je kod uzoraka iz temeljne SIRO viskozne pređe (S1C), a najveće od 11,33 % dobiveno je kod uzoraka iz temeljne PES prstenaste pređe (S3B). Najmanja srednja vrijednost istezanja tijela čarape od 4,45 % dobivena je kod uzoraka iz temeljne pamučne prstenaste pređe (S2), dok je najveće od 8,38 % kod uzoraka čarapa iz temeljne PES prstenaste pređe (S3). Uzrok ovome je nešto veće potrebno istezanje za prekrivanje tijela Termalnog stopala kod uzoraka čarapa iz temeljne PES prstenaste pređe.

Dužina stopala čarape na Termalnom stopalu

Uzorak s najmanjom dužinom stopala čarape na Termalnom stopalu od 206 mm je S2B uzorak izrađen iz temeljne pamučne prstenaste pređe i PA filamentne pređe finoće 220 dtex, dok je najveća dužina stopala (215,7 mm) kod uzorka S1A izrađenog iz temeljne SIRO viskozne pređe i PA 6.6. filamentne pređe finoće 156 dtex. Najmanja srednja vrijednost dužine stopala čarape na Termalnom stopalu dobivena je kod uzoraka izrađenih iz temeljne pamučne prstenaste pređe (208,57 mm, S2), a najveća je kod uzoraka izrađenih iz temeljne SIRO viskozne pređe (211,93 mm, S1).

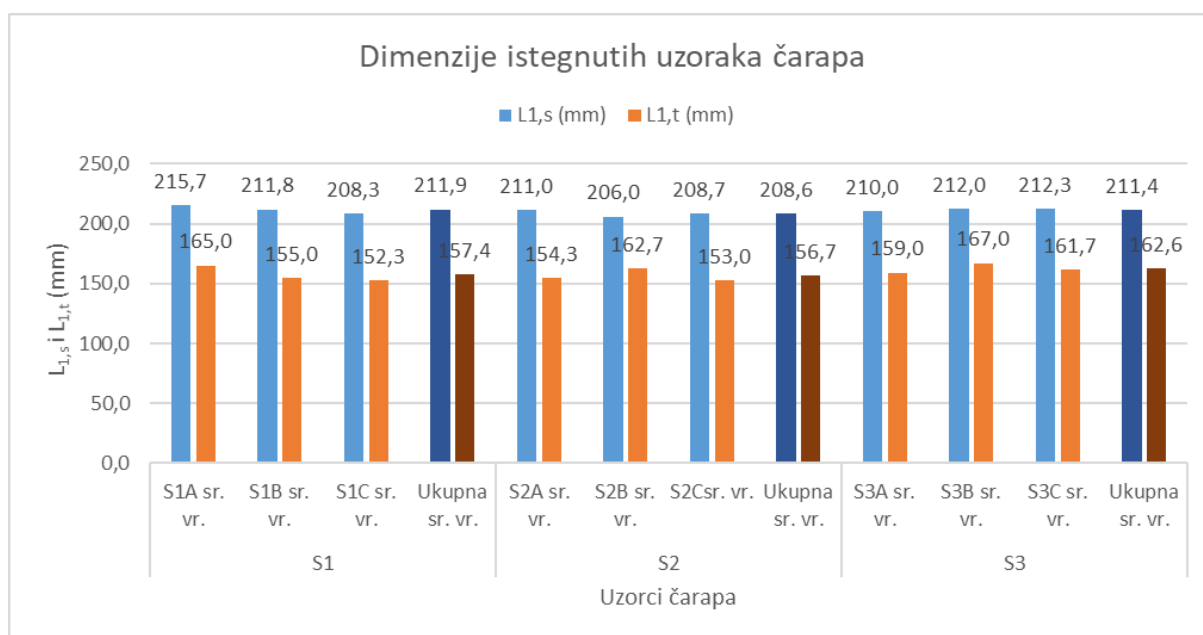
Koeficijent varijacije dužine stopala čarape na Termalnom stopalu je manji od 3,76 % za sve uzorke te se može reći da je rasipanje ove veličine kod svih uzoraka malo. Najmanji srednji koeficijent varijacije je kod čarapa dobivenih iz temeljne SIRO viskozne pređe (1,27 %, S1), dok je najveći koeficijent varijacije kod čarapa dobivenih iz temeljne pamučne prstenaste pređe (2,20 %, S2). Temeljem ovoga može se kazati da su srednje vrijednosti vrlo ujednačene i niske, a za kvalitetno određivanje njihovih razlika potrebno je koristiti statističke testove (F-test i t-test), što u ovom radu nije izvršeno.

Najmanje istezanje stopala čarape na Termalnom stopalu je 3,00 %, a dobiveno je kod uzoraka iz temeljne pamučne prstenaste pređe (S2B), dok je najveće istezanje od 7,85 % dobiveno kod uzoraka čarape iz temeljne SIRO viskozne pređe (S1A). Najmanja srednja vrijednost istezanja stopala čarapa od 4,28 % dobivena je kod uzoraka iz temeljne pamučne prstenaste pređe (S2), dok je najveća od 5,97 % kod uzoraka iz temeljne SIRO viskozne pređe (S1). Razlike su male i vjerojatno imaju slučajni karakter.

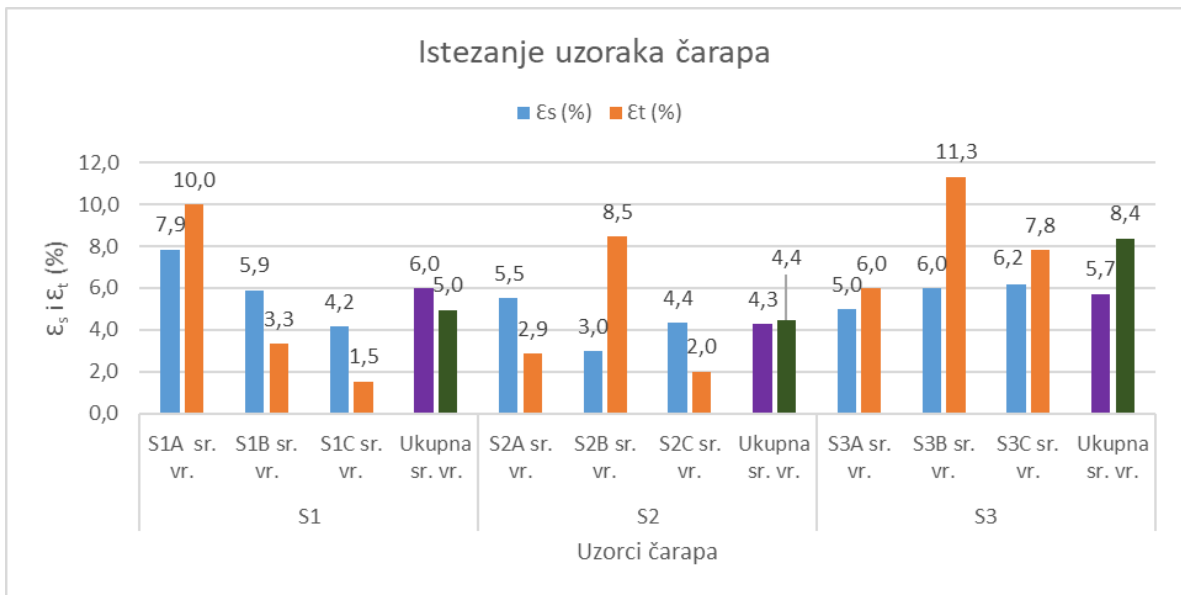
Ukupne srednje vrijednosti istezanja tijela i stopala dobivene iz svih uzoraka se brojčano malo razlikuju (5,93 % odnosno 5,32 %). Ovo upućuje na razmjerno malo istezanje tijela za prekrivanje mjernog dijela Termalnog stopala bez segmenata 9 i 13 (*Tablica 7*).

Tablica 7: Dimenzije istegnutih uzoraka čarapa na Termalnom stopalu za $L_{0,t} = 150$ mm i $L_{0,s} = 200$ mm (Sl. 58 i sl. 59)

Uzorak	$L_{1,t}$ (mm)	SD (mm)	CV (%)	ϵ_t (%)	$L_{1,s}$ (mm)	SD (mm)	CV (%)	ϵ_s (%)	
S1	S1A	165.0	0.50	3.03	10.00	215.7	0.40	1.87	7.85
	S1B	155.0	0.35	2.22	3.33	211.8	0.26	1.22	5.90
	S1C	152.3	0.25	1.65	1.53	208.3	0.15	0.73	4.15
	Sr. vr.	157,43	0,37	2,30	4,95	211,93	0,27	1,27	5,97
S2	S2A	154.3	0.40	2.62	2.87	211.0	0.79	3.76	5.50
	S2B	162.7	0.40	2.48	8.47	206.0	0.17	0.84	3.00
	S2C	153.0	0.00	0.00	2.00	208.7	0.42	2.00	4.35
	Sr. vr.	156,67	0,27	1,70	4,45	208,57	0,46	2,20	4,28
S3	S3A	159.0	0.69	4.36	6.00	210.0	0.61	3.02	5.00
	S3B	167.0	0.53	3.17	11.33	212.0	0.35	1.63	6.00
	S3C	161.7	0.35	2.17	7.80	212.3	0.25	1.19	6.15
	Sr. vr.	162,57	0,52	3,23	8,38	211,43	0,40	1,95	5,72
Ukupna sr. vr.	158,89	0,39	2,41	5,93	210,64	0,38	1,81	5,32	



Sl. 58: Dimenzije tijela i stopala istegnutih uzoraka čarapa na Termalnom stopalu



Sl. 59: Istezanje tijela i stopala uzoraka čarapa na Termalnom stopalu

4.4. OTPOR PROLAZU TOPLINE UZORAKA ČARAPA

Grupa uzoraka S1 (SIRO)

U *tablicama 8-11* i *sl. 60* i *sl. 61* prikazane su vrijednosti pojedinačnih mjerenja otpora prolazu topline, srednje vrijednosti, uvjeti mjerenja i dimenzije čarapa za grupu uzoraka oznake S1 (SIRO viskozna pređa). Za grupu uzoraka čarapa S1 (*Tablica 8*), korištene su tri čarape za svaku podgrupu (A, B, C) s oznakama npr. A1, A2, A3.

Tablica 8: Rezultati otpora prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}), utrošene snage, temperature, dužina i visina čarape za uzorke iz SIRO viskozne pređe (grupa uzoraka S1)

Uzorak	R_{ct0} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	R_{ct} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	Snaga (W)	Temperatura ($^{\circ}C$)	Dužina (cm)	Visina (cm)
S1A1	0,144614	0,00465381	8,20656	34,9289	22	16,5
S1A2	0,134202	0,0176133	8,05238	34,9122	21,2	17
S1A3	0,128661	0,0161908	8,1351	34,9209	21,5	16
Standardna devijacija ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	0,008099492	0,007107203	0,077158497	0,008352445	0,404145188	0,5
CV (%)	5,963152843	55,44141545	0,948901832	0,023918343	1,873934413	3,03030303
S1A sr. vr.	0,135825667	0,012819303	8,131346667	34,92066667	21,56666667	16,5
S1B1	0,125518	0,0160375	8,83627	34,9073	21,5	16
S1B2	0,128322	0,022818	8,16212	34,8802	22	15,4
S1B3	0,145771	0,00423374	7,93806	34,8878	21,6	15,4
Standardna devijacija ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	0,010973559	0,009404597	0,467522247	0,013978674	0,264575131	0,346410162
CV (%)	8,238181127	65,4775775	5,624564611	0,040062959	1,219240236	2,220577958
S1B sr. vr.	0,133203667	0,01436308	8,31215	34,89176667	21,7	15,6
S1C1	0,133456	0,00931308	8,69102	34,8795	20,7	15,5
S1C2	0,139783	0,0140934	7,64175	34,9188	20,8	15,2
S1C3	0,143411	0,0111372	7,71153	34,9047	21	15
Standardna devijacija ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	0,00503811	0,002412398	0,586690924	0,019909545	0,152752523	0,251661148
CV (%)	3,627584586	20,95085037	7,320124819	0,057045774	0,733212111	1,652042546
S1C sr. vr.	0,138883333	0,01151456	8,014766667	34,901	20,83333333	15,23333333

Tablica 9: Rezultati otpora prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}), utrošene snage i temperature (S1B)

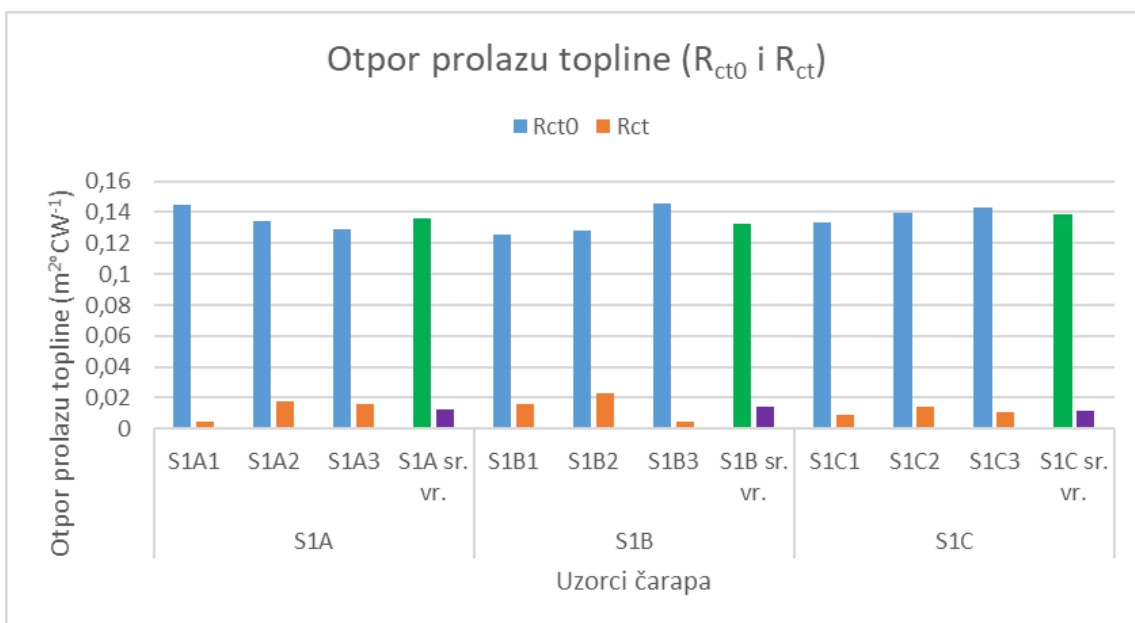
Uzorak	R_{ct0} ($m^2 \cdot ^\circ C W^{-1}$)	R_{ct} ($m^2 \cdot ^\circ C W^{-1}$)	Snaga (W)	Temperatura ($^\circ C$)
S1A1	0,144614	0,00465381	8,20656	34,9289
S1A2	0,134202	0,0176133	8,05238	34,9122
S1A3	0,128661	0,0161908	8,1351	34,9209
Standardna devijacija ($m^2 \cdot ^\circ C W^{-1}$)	0,008099492	0,007107203	0,077158497	0,008352445
CV (%)	5,963152843	55,44141545	0,948901832	0,023918343
S1A sr. vr.	0,135825667	0,012819303	8,131346667	34,92066667

Tablica 10: Rezultati otpora prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}), utrošene snage i temperature (S1A)

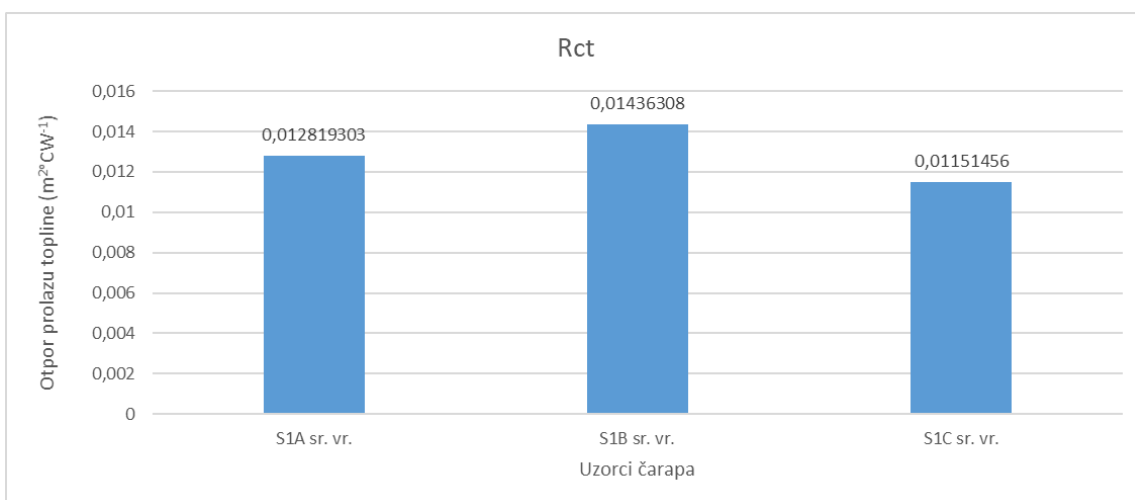
Uzorak	R_{ct0} ($m^2 \cdot ^\circ C W^{-1}$)	R_{ct} ($m^2 \cdot ^\circ C W^{-1}$)	Snaga (W)	Temperatura ($^\circ C$)
S1B1	0,125518	0,0160375	8,83627	34,9073
S1B2	0,128322	0,022818	8,16212	34,8802
S1B3	0,145771	0,00423374	7,93806	34,8878
Standardna devijacija ($m^2 \cdot ^\circ C W^{-1}$)	0,010973559	0,009404597	0,467522247	0,013978674
CV (%)	8,238181127	65,4775775	5,624564611	0,040062959
S1B sr. vr.	0,133203667	0,01436308	8,31215	34,89176667

Tablica 11: Rezultati otpora prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}), utrošene snage i temperature (S1C)

Uzorak	R_{ct0} ($m^2 \cdot ^\circ C W^{-1}$)	R_{ct} ($m^2 \cdot ^\circ C W^{-1}$)	Snaga (W)	Temperatura ($^\circ C$)
S1C1	0,133456	0,00931308	8,69102	34,8795
S1C2	0,139783	0,0140934	7,64175	34,9188
S1C3	0,143411	0,0111372	7,71153	34,9047
Standardna devijacija ($m^2 \cdot ^\circ C W^{-1}$)	0,00503811	0,002412398	0,586690924	0,019909545
CV (%)	3,627584586	20,95085037	7,320124819	0,057045774
S1C sr. vr.	0,138883333	0,01151456	8,014766667	34,901



Sl. 60: Otpor prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}) za SIRO viskozne uzorke čarapa (grupa uzoraka S1)



Sl. 61: Srednje vrijednosti otpora prolazu topline čarapa (R_{ct}) za SIRO viskozne uzorke čarapa (grupa uzoraka S1)

Vrijednosti otpora prolazu topline čarapa za uzorke sa temeljnom SIRO viskoznom pređom (grupa uzoraka S1) kreću se u rasponu od $0,00423374 m^2 \cdot CW^{-1}$ (S1B3) do $0,022818 m^2 \cdot CW^{-1}$ (S1B2), a što je vidljivo u *tablicama 9-11 te sl. 60 i sl. 61*.

Srednje vrijednosti čarapa S1A, S1B i S1C su različite (Sl. 61). Najveći otpor imaju uzorci S1B (3 x SIRO viskozna pređa finoće 20 tex i PA 6.6. filamentna pređa finoće 220 dtex) $0,01436308 m^2 \cdot CW^{-1}$, a najmanji otpor ima uzorak čarape S1C (2xSIRO viskozna pređa finoće 20 tex, 1x pamučna pređa finoće 25 tex i PA 6.6. filamentna pređa finoće 220 dtex) $0,01151456 m^2 \cdot CW^{-1}$.

Grupa uzoraka S2 (pamuk)

U tablicama 12-15 i sl. 62 i sl. 63 prikazane su vrijednosti pojedinačnih mjerenja otpora prolazu topline, srednje vrijednosti, uvjeta mjerenja i dimenzije čarapa za grupu uzoraka S2 (pamučna prstenasta pređa). Za grupu uzoraka čarapa S2 (Tablica 12), korištene su tri čarape za svaku podgrupu (A, B, C) s oznakama npr. A1, A2, A3.

Tablica 12: Rezultati otpora prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}), utrošene snage, temperature, dužina čarape i visina čarape za pamučne čarape grupe uzoraka S2

Uzorak	R_{ct0} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	R_{ct} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	Snaga (W)	Temperatura ($^{\circ}C$)	Dužina (cm)	Visina (cm)
S2A1	0,129411	0,0165422	8,15405	34,8998	20,5	15
S2A2	0,130074	0,0205689	8,13387	34,916	22	15,5
S2A3	0,143314	0,00452849	8,14474	34,8891	20,8	15,8
Standardna devijacija ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	0,007842518	0,008345041	0,010100045	0,013543387	0,793725393	0,404145188
CV (%)	5,841016359	60,12336851	0,124014879	0,038804451	3,761731722	2,618651329
S2A sr. vr.	0,134266333	0,013879863	8,14422	34,90163333	21,1	15,43333333
S2B1	0,134714	0,016737	7,89928	34,8769	20,5	16,5
S2B2	0,132759	0,0109698	9,05563	34,9094	20,5	15,8
S2B3	0,122698	0,0228081	8,63441	34,8874	20,8	16,5
Standardna devijacija ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	0,006447609	0,0059198	0,585233248	0,016585636	0,173205081	0,404145188
CV (%)	4,957525856	35,15675621	6,861064476	0,047535254	0,840801363	2,484499109
S2B sr. vr.	0,130057	0,0168383	8,529773333	34,89123333	20,6	16,26666667
S2C1	0,142675	0,0110338	7,74044	34,8855	21,2	15,3
S2C2	0,138625	0,00909404	8,22276	34,8616	21	15,3
S2C3	0,130533	0,00181297	9,53839	34,8332	20,4	15,3
Standardna devijacija ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	0,006182113	0,004861419	0,930603664	0,026182246	0,4163332	2,17558E-15
CV (%)	4,503363996	66,47091118	10,94759579	0,075106629	1,995207028	1,42195E-14
S2C sr. vr.	0,137277667	0,007313603	8,50053	34,8601	20,86666667	15,3

Tablica 13: Rezultati otpora prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}), utrošene snage i temperature (S2A)

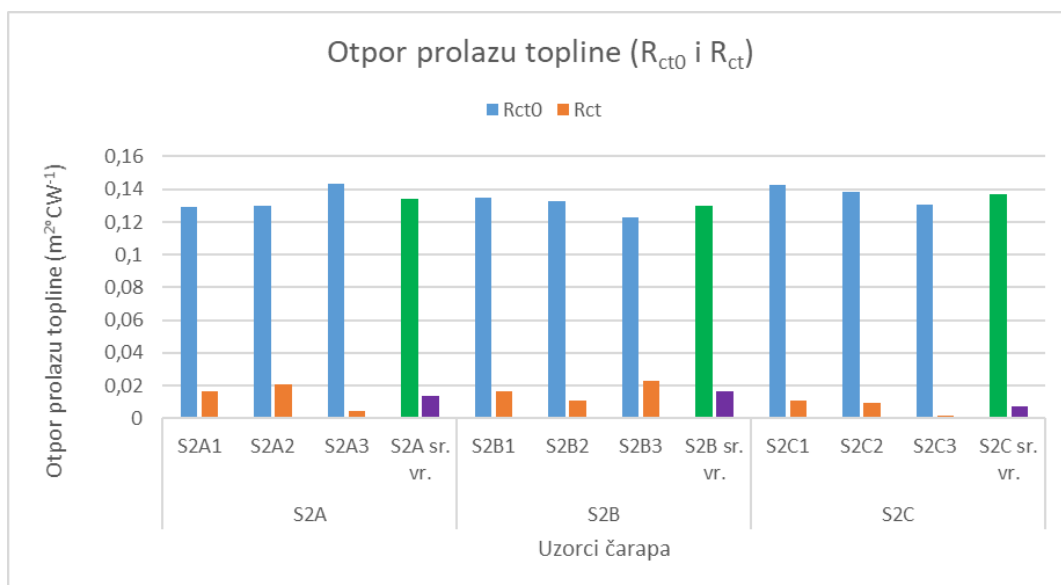
Uzorak	R_{ct0} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	R_{ct} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	Snaga (W)	Temperatura (°C)
S2A1	0,129411	0,0165422	8,15405	34,8998
S2A2	0,130074	0,0205689	8,13387	34,916
S2A3	0,143314	0,00452849	8,14474	34,8891
Standardna devijacija ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	0,007842518	0,008345041	0,010100045	0,013543387
CV (%)	5,841016359	60,12336851	0,124014879	0,038804451
S2A sr. vr.	0,134266333	0,013879863	8,14422	34,90163333

Tablica 14: Rezultati otpora prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}), utrošene snage i temperature (S2B)

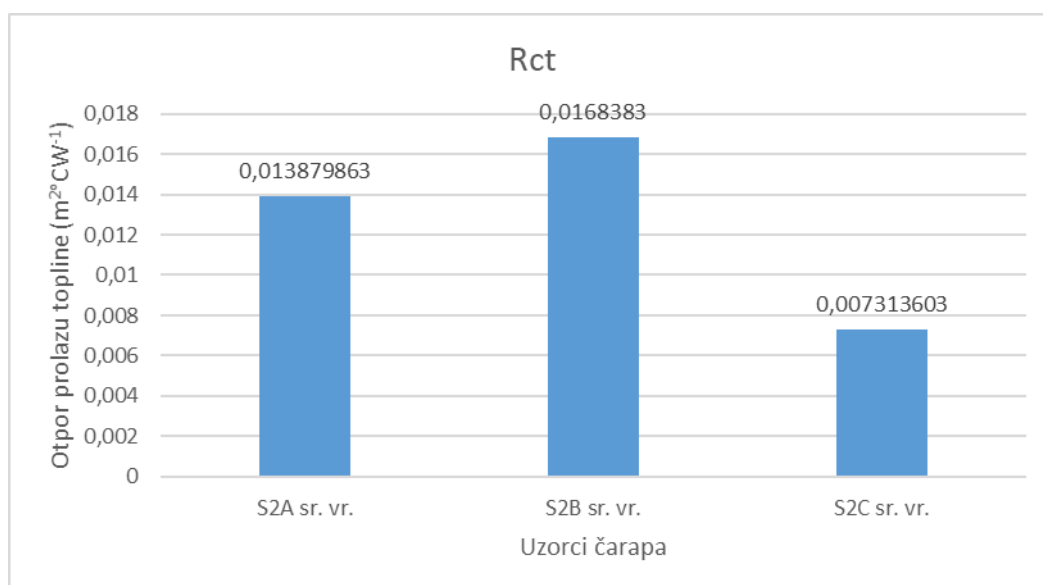
Uzorak	R_{ct0} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	R_{ct} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	Snaga (W)	Temperatura (°C)
S2B1	0,134714	0,016737	7,89928	34,8769
S2B2	0,132759	0,0109698	9,05563	34,9094
S2B3	0,122698	0,0228081	8,63441	34,8874
Standardna devijacija ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	0,006447609	0,0059198	0,585233248	0,016585636
CV (%)	4,957525856	35,15675621	6,861064476	0,047535254
S2B sr. vr.	0,130057	0,0168383	8,529773333	34,89123333

Tablica 15: Rezultati otpora prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}), utrošene snage i temperature (S2C)

Uzorak	R_{ct0} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	R_{ct} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	Snaga (W)	Temperatura (°C)
S2C1	0,142675	0,0110338	7,74044	34,8855
S2C2	0,138625	0,00909404	8,22276	34,8616
S2C3	0,130533	0,00181297	9,53839	34,8332
Standardna devijacija ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	0,006182113	0,004861419	0,930603664	0,026182246
CV (%)	4,503363996	66,47091118	10,94759579	0,075106629
S2C sr. vr.	0,137277667	0,007313603	8,50053	34,8601



Sl. 62: Otpor prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}) za pamučne uzorke čarapa (grupa uzoraka S2)



Sl. 63: Srednje vrijednosti otpora prolazu topline čarapa (R_{ct}) za pamučne uzorke čarapa (grupa uzoraka S2)

Vrijednosti otpora prolazu topline čarapa za uzorke sa temeljnom pamučnom prstenastom predom (grupa uzoraka S2) kreću se u rasponu od 0,00181297 m²·CW⁻¹ (S2C3) do 0,0228081 m²·CW⁻¹ (S2B3), a što je vidljivo u *tablicama 13-15* te *sl. 62* i *sl. 63*.

Srednje vrijednosti čarapa S2A, S2B i S2C su različite (*Sl. 63*). Najveći otpor imaju uzorci S2B (3 x pamučna prstenasta pređa finoće 20 tex i PA 6.6. filamentna pređa finoće 220 dtex) 0,0168383 m²·CW⁻¹, a najmanji otpor ima uzorak čarape S2C (2 x pamučna prstenasta pređa finoće 20 tex, 1 x pamučna pređa finoće 25 tex-a i PA 6.6. filamentna pređa finoće 220 dtex) 0,007313603 m²·CW⁻¹.

Grupa uzoraka S3 (PES)

U tablicama 16-19 i sl. 64 i sl. 65 prikazane su vrijednosti pojedinačnih mjerenja otpora prolazu topline, srednje vrijednosti, uvjeta mjerenja i dimenzija čarapa za grupu uzoraka oznake S3 (PES prstenasta pređa). Za grupu uzoraka čarapa oznake S3 (Tablica 16), korištene su tri čarape za svaku podgrupu (A, B, C) s oznakama npr. A1, A2, A3.

Tablica 16: Rezultati otpora prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}), utrošene snage, temperature, dužina čarape i visina čarape za PES uzorke (grupa uzoraka S3)

Uzorak	R_{ct0} ($m^2 \cdot ^\circ C \cdot W^{-1}$)	R_{ct} ($m^2 \cdot ^\circ C \cdot W^{-1}$)	Snaga (W)	Temperatura ($^\circ C$)	Dužina (cm)	Visina (cm)
S3A1	0,125591	0,0212235	9,62556	34,8837	20,8	15,5
S3A2	0,134699	0,0218662	8,07582	34,8916	19,8	15,5
S3A3	0,140728	0,0154977	7,71369	34,9301	19,7	16,7
Standardna devijacija ($m^2 \cdot ^\circ C \cdot W^{-1}$)	0,007620513	0,003506081	1,015552321	0,024824786	0,608276253	0,692820323
CV (%)	5,700875724	17,95308246	11,98760013	0,071127524	3,026250015	4,357360522
S3A sr. vr.	0,133672667	0,019529133	8,47169	34,9018	20,1	15,9
S3B1	0,142041	0,0138317	7,62134	34,8898	21	16,5
S3B2	0,144381	0,0137427	7,3579	34,8931	21,6	17,3
S3B3	0,137247	0,0109441	7,96782	34,9266	21	16,3
Standardna devijacija ($m^2 \cdot ^\circ C \cdot W^{-1}$)	0,003636665	0,001642068	0,3059007	0,020360828	0,346410162	0,529150262
CV (%)	2,575122293	12,78918677	3,999214281	0,058335189	1,634010196	3,168564444
S3B sr. vr.	0,141223	0,0128395	7,64902	34,90316667	21,2	16,7
S3C1	0,131848	0,0121071	8,3947	34,8919	21,5	15,8
S3C2	0,130796	0,0190377	8,01471	34,8571	21,2	16,5
S3C3	0,137271	0,0153166	7,82879	34,8846	21	16,2
Standardna devijacija ($m^2 \cdot ^\circ C \cdot W^{-1}$)	0,0034747	0,003468446	0,288447793	0,018351113	0,251661148	0,351188458
CV (%)	2,606579212	22,39565959	3,570163535	0,052615353	1,185217337	2,172299743
S3C sr. vr.	0,133305	0,015487133	8,0794	34,87786667	21,23333333	16,16666667

Tablica 17: Rezultati otpora prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}), utrošene snage i temperature (S3A)

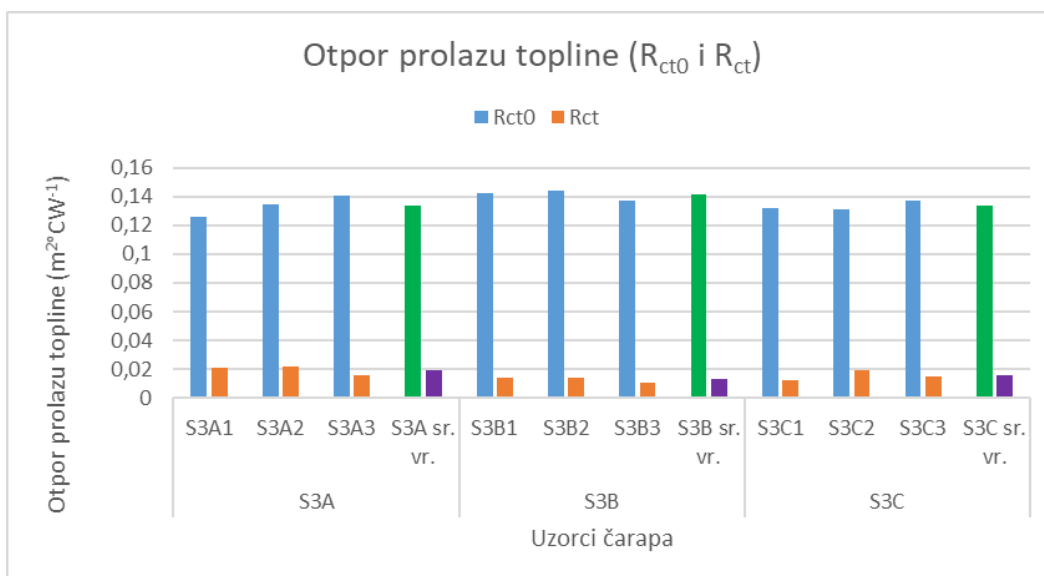
Uzorak	R_{ct0} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	R_{ct} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	Snaga (W)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
S3A1	0,125591	0,0212235	9,62556	34,8837
S3A2	0,134699	0,0218662	8,07582	34,8916
S3A3	0,140728	0,0154977	7,71369	34,9301
Standardna devijacija ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	0,007620513	0,003506081	1,015552321	0,024824786
CV (%)	5,700875724	17,95308246	11,98760013	0,071127524
S3A sr. vr.	0,133672667	0,019529133	8,47169	34,9018

Tablica 18: Rezultati otpora prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}), utrošene snage i temperature (S3B)

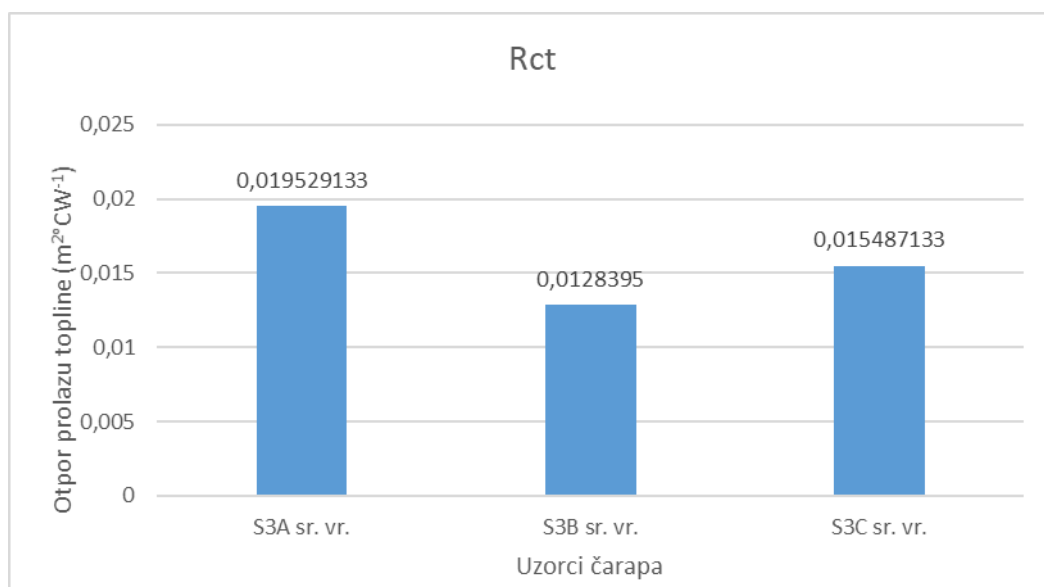
Uzorak	R_{ct0} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	R_{ct} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	Snaga (W)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
S3B1	0,142041	0,0138317	7,62134	34,8898
S3B2	0,144381	0,0137427	7,3579	34,8931
S3B3	0,137247	0,0109441	7,96782	34,9266
Standardna devijacija ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	0,003636665	0,001642068	0,3059007	0,020360828
CV (%)	2,575122293	12,78918677	3,999214281	0,058335189
S3B sr. vr.	0,141223	0,0128395	7,64902	34,90316667

Tablica 19: Rezultati otpora prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}), utrošene snage i temperature (S3C)

Uzorak	R_{ct0} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	R_{ct} ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	Snaga (W)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
S3C1	0,131848	0,0121071	8,3947	34,8919
S3C2	0,130796	0,0190377	8,01471	34,8571
S3C3	0,137271	0,0153166	7,82879	34,8846
Standardna devijacija ($m^2\text{°C}W^{-1}$)	0,0034747	0,003468446	0,288447793	0,018351113
CV (%)	2,606579212	22,39565959	3,570163535	0,052615353
S3C sr. vr.	0,133305	0,015487133	8,0794	34,87786667



Sl. 64: Otpor prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}) za PES uzorke čarapa (grupa uzoraka S3)



Sl. 65: Srednje vrijednosti otpora prolaza topline čarapa (R_{ct}) za PES uzorke čarapa (grupa uzoraka S3)

Vrijednosti otpora prolazu topline čarapa za uzorke sa temeljnom PES prstenastom predom (grupa uzoraka S3) kreću se u rasponu od 0,0109441 m²·CW⁻¹ (S3B3) do 0,0218662 m²·CW⁻¹ (S3A2), a što je vidljivo u *tablicama 17-19 te sl. 64 i sl. 65*.

Srednje vrijednosti čarapa S3A, S3B i S3C su različite (Sl. 65). Najveći otpor prolazu topline imaju uzorci S3A (3 x PES prstenasta pređa finoće 20 tex i PA 6.6. filamentna pređa finoće 156 dtex) 0,019529133 m²·CW⁻¹, a najmanji otpor prolazu topline ima uzorak čarape S3B (3 x PES prstenasta pređa finoće 20 tex, i PA 6.6. filamentna pređa finoće 220 dtex) 0,0128395 m²·CW⁻¹.

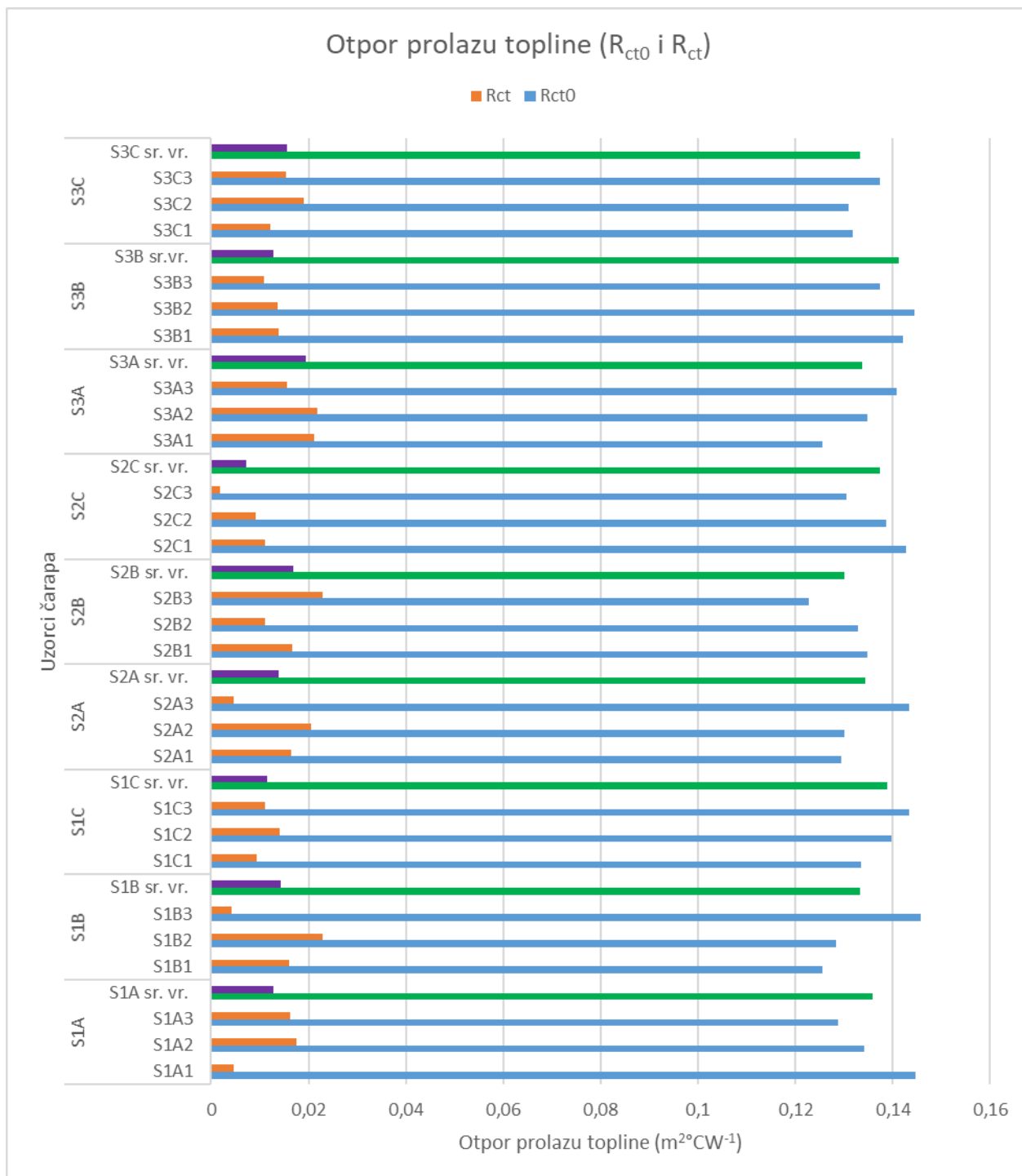
4.5. USPOREDBA OTPORA PROLAZU TOPLINE R_{ct} IZMEĐU GRUPA UZORAKA

U tablici 20, sl. 66-68 prikazane su pojedinačne i srednje vrijednosti svih uzoraka čarapa s pripadajućim vrijednostima R_{ct0} i R_{ct} .

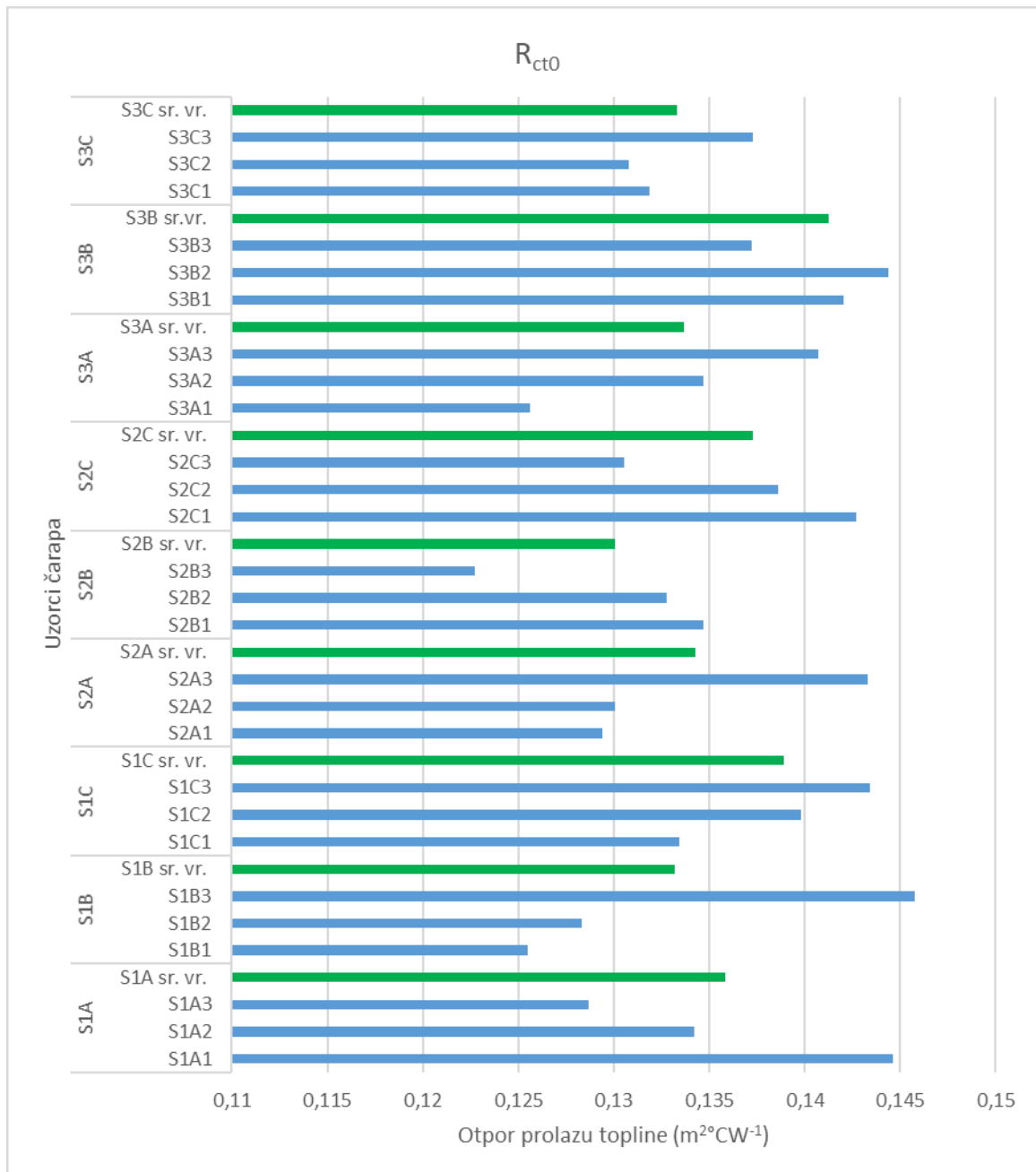
Vrijednost R_{ct0} određena je za svaku čarapu (epruvetu) prije određivanja otpora prolazu topline (R_{ct}) (Tablica 20, sl. 66 i sl. 67). Vrijednosti R_{ct0} su u dobroj mjeri ujednačene.

Tablica 20: Rezultati svih vrijednosti i srednjih vrijednosti otpora prolazu topline čarapa (R_{ct0} i R_{ct}) za SIRO viskozne, pamučne prstenaste i PES prstenaste uzorke čarapa

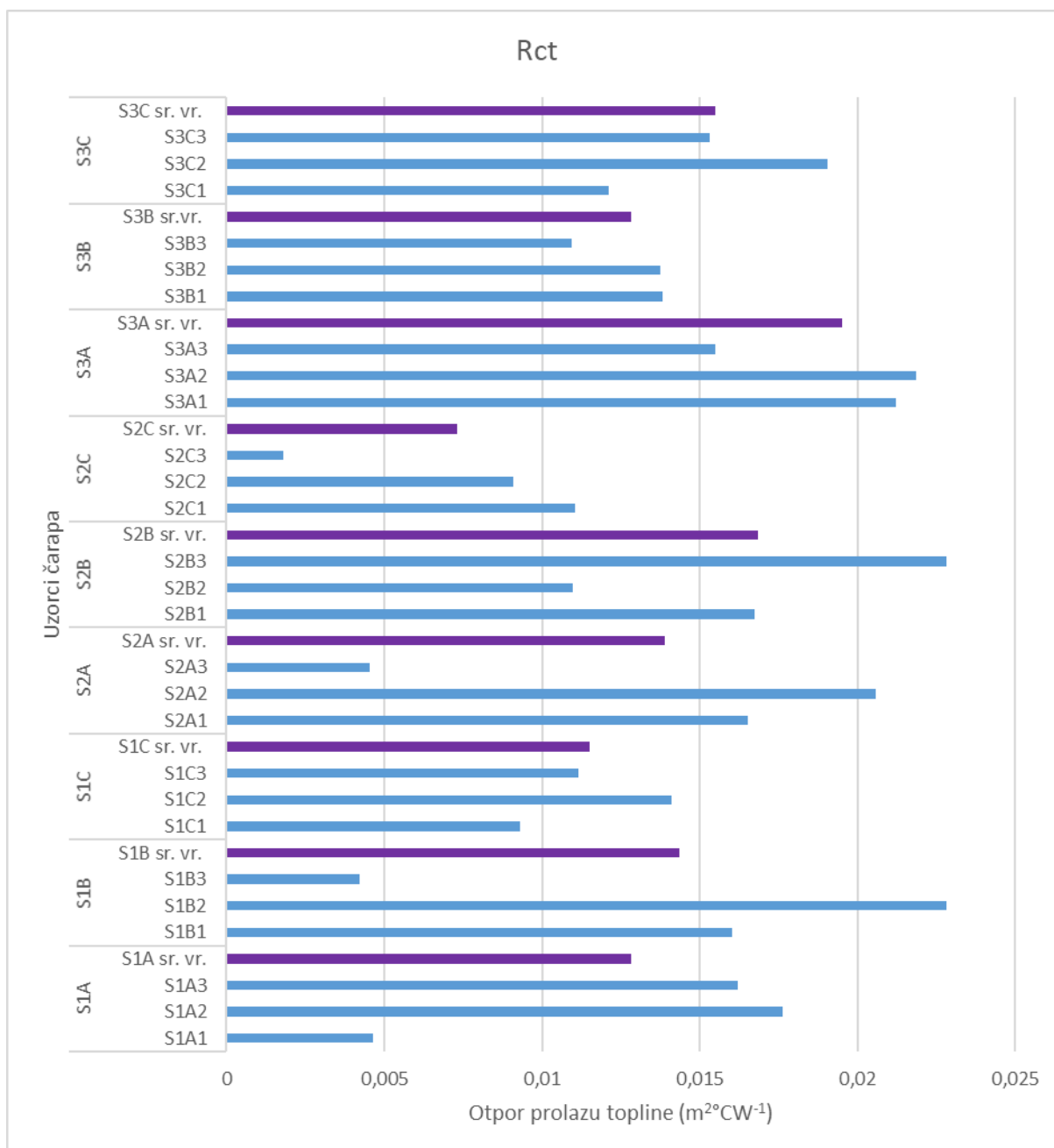
Uzorci	R_{ct0} ($m^2 \cdot CW^{-1}$)	R_{ct} ($m^2 \cdot CW^{-1}$)
S1A1	0,144614	0,00465381
S1A2	0,134202	0,0176133
S1A3	0,128661	0,0161908
S1A sr. vr.	0,135825667	0,012819303
S1B1	0,125518	0,0160375
S1B2	0,128322	0,022818
S1B3	0,145771	0,00423374
S1B sr. vr.	0,133203667	0,01436308
S1C1	0,133456	0,00931308
S1C2	0,139783	0,0140934
S1C3	0,143411	0,0111372
S1C sr. vr.	0,138883333	0,01151456
S2A1	0,129411	0,0165422
S2A2	0,130074	0,0205689
S2A3	0,143314	0,00452849
S2A sr. vr.	0,134266333	0,013879863
S2B1	0,134714	0,016737
S2B2	0,132759	0,0109698
S2B3	0,122698	0,0228081
S2B sr. vr.	0,130057	0,0168383
S2C1	0,142675	0,0110338
S2C2	0,138625	0,00909404
S2C3	0,130533	0,00181297
S2C sr. vr.	0,137277667	0,007313603
S3A1	0,125591	0,0212235
S3A2	0,134699	0,0218662
S3A3	0,140728	0,0154977
S3A sr. vr.	0,133672667	0,019529133
S3B1	0,142041	0,0138317
S3B2	0,144381	0,0137427
S3B3	0,137247	0,0109441
S3B sr. vr.	0,141223	0,0128395
S3C1	0,131848	0,0121071
S3C2	0,130796	0,0190377
S3C3	0,137271	0,0153166
S3C sr. vr.	0,133305	0,015487133



Sl. 66: Otpor prolazu topline svih ispitanih čarapa (R_{ct0} i R_{ct}) za sve grupe uzoraka



Sl. 67: Otpor prolazu topline bez mjernih uzoraka čarapa, ali s baznom čarapom (R_{ct0})



Sl 68: Otpor prolazu topline svih ispitanih čarapa (R_{ct}) za sve grupe uzoraka

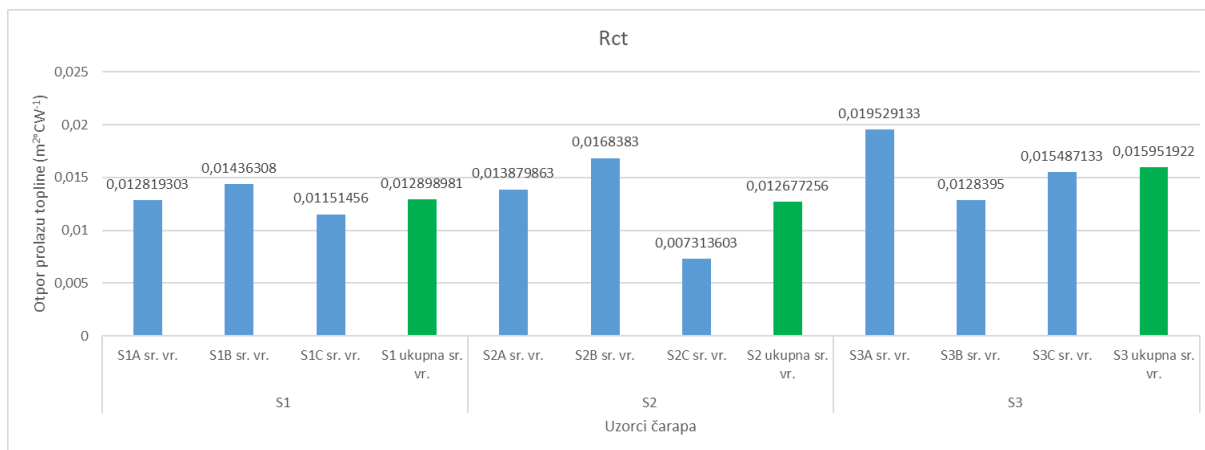
Najmanja pojedinačna vrijednost otpora prolazu topline dobivena je kod uzorka iz temeljne SIRO viskozne pređe (0,00423374 m²°CW⁻¹, uzorak S1B3), a najveća također kod uzorka iz temeljne SIRO viskozne prstenaste pređe (0,022818 m²°CW⁻¹, uzorak S1B2) (*Tablica 20, sl. 66 i sl. 68*). Uzorci su izrađeni od iste temeljne SIRO viskozne pređe, ali su druge ispitne čarape odnosno epruvete.

Za detaljniju usporedbu uzoraka u *tablici 21 i na sl. 69-71* dane su i prikazane srednje vrijednosti otpora prolazu topline čarapa i ukupna srednja vrijednost za svaku od grupa uzoraka (S1, S2 i S3).

Tablica 21: Otpor prolazu topline čarapa (R_{ct}), standardne devijacije (SD) i koeficijenta varijacije (CV) za SIRO viskoznu (S1), za pamučnu prstenastu (S2) i PES prstenastu (S3)

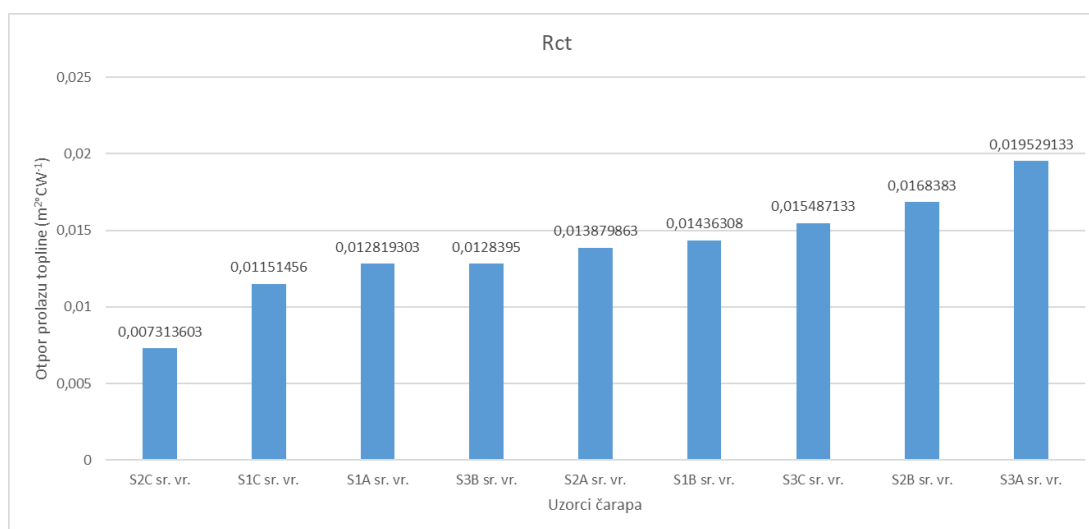
Uzorci		R _{ct} (m ² °CW ⁻¹)	SD (m ² °CW ⁻¹)	CV (%)
S1	S1A sr. vr.	0,012819303	0,007	55,4
	S1B sr. vr.	0,01436308	0,009	65,5
	S1C sr. vr.	0,01151456	0,002	21,0
	S1 ukupna sr. vr.	0,012898981	0,006	47,3
S2	S2A sr. vr.	0,013879863	0,008	60,1
	S2B sr. vr.	0,0168383	0,006	35,2
	S2C sr. vr.	0,007313603	0,005	66,5
	S2 ukupna sr. vr.	0,012677256	0,0063	53,93
S3	S3A sr. vr.	0,019529133	0,004	18,0
	S3B sr. vr.	0,0128395	0,002	12,8
	S3C sr. vr.	0,0154871	0,003	22,4
	S3 ukupna sr. vr.	0,015951922	0,003	17,73

Najveća srednja vrijednost otpora prolazu topline čarapa imaju uzorci iz temeljne PES prstenaste pređe (0,015951922 m²°CW⁻¹), dok najmanju srednju vrijednost otpora prolazu topline čarapa imaju uzorci iz temeljne pamučne prstenaste pređe (0,012677256 m²°CW⁻¹) (Tablica 21 i sl. 69).



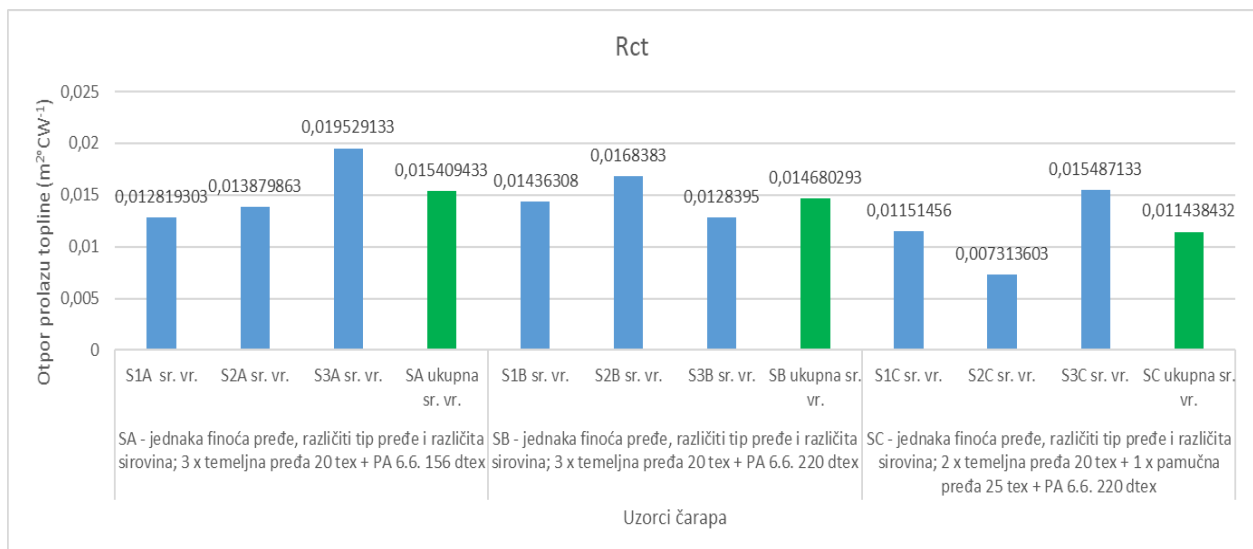
Sl. 69: Otpor prolazu topline čarapa (R_{ct}) za grupe uzoraka koje imaju različite temeljne pređe (S1 - SIRO, S2 - pamuk, S3 - PES) i različite sirovine

Na sl. 70 po veličini su posložene srednje vrijednosti otpora prolazu topline čarapa, od najmanje do najveće. Vidljivo je da uzorak S2C iz temeljne pamučne prstenaste pređe ima najmanji otpor (0,007313603 m²°CW⁻¹), a najveći otpor prolazu topline čarapa ima S3A uzorak iz temeljne PES prstenaste pređe (0,019529133 m²°CW⁻¹). Razlika se pojavljuje vjerojatno zbog različite vrste sirovine i različitoj finoći pojedinih komponenata pređe. Za točnije definiranje uzroka nastajanja ove razlike potrebno bi bilo ispitati veći broj uzoraka čarapa. Naravno, potrebno je uzeti u obzir i veličinu istezanja čarapa na Termalnom stopalu.



Sl. 70: Otpor prolazu topline čarapa za sve grupe uzoraka poredane po veličini (R_{ct})

Na sl. 71 poredane su srednje vrijednosti otpora prolazu topline čarapa po tipu pređe i vrsti sirovine. Za svaku grupu uzoraka (SA, SB i SC) dobivene su različite vrijednosti. Veličina istezanja čarape na Termalnom stopalu također utječe na veličinu otpora prolazu topline jer se istezanjem mijenja debljina čarapa. Ukupne srednje vrijednosti su različite jer se radi o različitim sirovinama, finoći pređa i tipu pređa. Ujednačene srednje vrijednosti otpora prolazu topline dobivene su kod uzoraka različitih sirovina, tipa pređe i manje finoće PA 6.6. filamentne pređe (S1B, S2B i S3B; $0,014680293 \text{ m}^2\text{CW}^{-1}$). Uzorci različite sirovine i tipa pređe sa grubljom pamučnom pređom i grubljom PA 6.6. filamentnom pređom (S1C, S2C i S3C) imaju najmanju ukupnu srednju vrijednost otpora prolazu topline $0,011438432 \text{ m}^2\text{CW}^{-1}$. Najveća ukupna srednja vrijednost otpora prolazu topline dobivena je kod grupe uzoraka SA ($0,015409433 \text{ m}^2\text{CW}^{-1}$), a kod toga uzorak S3A (temeljna PES pređa) ima najveći otpor prolazu topline ($0,019529133 \text{ m}^2\text{CW}^{-1}$). Za preciznije definiranje rasipanja vrijednosti otpora prolazu topline potrebno bi bilo izvršiti veći broj mjerenja na više različitih uzoraka čarapa.



Sl. 71: Srednje vrijednosti otpora prolazu topline čarapa (R_{ct}) prema tipu pređe, finoći pređe i sirovini

5. ZAKLJUČAK

Čarape su izrađivane u višestruko kulirno platirnom desno-lijevom prepletu sa SIRO te prstenastom pređom različitog sirovinskog sastava (viskoza, pamuk, PES, PA i elastan), različite finoće (20 i 25 tex-a, 156 i 220 dtex-a). PA filamentna pređa je sastavni dio svakog uzorka i naliježe na kožu te je obično teksturirana sa prekidnom istezljivošću 25 % do 35 %. Kulirni platirni desno-lijevi preplet izrađuje se s više niti u jednom redu što im daje masivniju i puniju strukturu pletiva koja ovisi o broju pređa, tipu pređa, vrsti sirovine i finoći pređa, naravno ako se radi o jednakim uvjetima pletenja i vezu čarapa.

Temeljem dobivenih rezultata mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- 1) Prosječna masa čarape kreće se od 19 g/kom do 23,4 g/kom; smanjenjem finoće pojedinih pređa u čarapi raste masa čarapa; prosječna debljina čarapa pojedinih uzoraka kreće se od 1,18 mm do 1,50 mm; smanjenjem finoće pojedinih pređa, debljina čarapa se povećava.
- 2) U pogledu dimenzija neistegnutih čarapa, dobivene su manje razlike u visini čarape, a vrijednosti visine su u području 229 mm do 250 mm; uočene su značajnije razlike u visini čarapa te uzorci s temeljnom SIRO viskoznom pređom imaju manju visinu u odnosu na uzorke s temeljnom pamučnom prstenastom pređom i uzorke s temeljnom PES prstenastom pređom. Ove razlike su uočljive i u ostalim dimenzijama neistegnutih čarapa.
- 3) Postavljanjem uzoraka čarapa na Termalno stopalo ne pokrivajući segmente 9 i 13 (njihovim isključivanjem iz rada) dolazi do određenog istežanja, kako stopala tako i tijela čarape. Kako bi se pratilo istežanje stopala i visine čarapa označene su na neistegnutoj čarapi dužina stopala od 200 mm i visina tijela od 150 mm. Postavljanjem uzoraka čarapa na Termalno stopalo dolazi do istežanja pa su se na Termalnom stopalu mjerile navedene dužine istegnute čarape.

Temeljem dobivenih rezultata mjerenja navedenih dužina istežanje stopala čarape kretalo se u granicama od 3,00 % do 6,15 %, a tijela od 1,53 % do 11,33 %. Dobivene su manje razlike u istežanjima stopala i tijela koje bi se trebale statističkim metodama testirati, a što nije u ovom radu učinjeno.

- 4) Vrijednosti otpora prolazu topline određene na Termalnom stopalu su različite i ovise o: debljini uzorka, sirovinskom sastavu pređa, tipu pređa i prepletu u čarapi kao i veličini istežanja čarapa nakon postavljanja na Termalno stopalo.

- 5) Vrijednosti otpora prolazu topline svih uzoraka kreću se u granicama od $0,00181297 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$ do $0,228081 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$.
- 6) Najveća srednja vrijednost otpora prolazu topline čarapa dobivena je kod uzoraka iz temeljne PES prstenaste pređe.
- 7) Otpor prolazu topline čarapa koje u sebi imaju temeljnu SIRO viskoznu pređu i uzorci koji u sebi imaju temeljnu pamučnu prstenastu pređu imaju ujednačen otpor prolazu topline i manji su od uzoraka koji u sebi imaju temeljnu PES prstenastu pređu.
- 8) Utjecaj vrste sirovine (viskoza, pamuk i PES) i tipa pređe (SIRO i prstenasta) kod jednakih finoća pređa (uzorci A), na otpor prolazu topline čarapa je značajan. Tako razmjeno najmanji otpor prolazu topline čarapa imaju uzorci iz temeljne SIRO viskozne pređe, a najveći kod uzoraka iz temeljne PES prstenaste pređe.
- 9) Utjecaj vrste sirovine (viskoza, pamuk i PES) i tipa pređe (SIRO i prstenasta) i finoće PA 6.6. filamentne pređe također je značajan (uzorci B). Srednja vrijednost otpora prolazu topline uzorka B s grubljom PA niti u strukturi pređe, dala je manju srednju vrijednost otpora prolazu topline ($0,014680293 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$) u odnosu na uzorke A sa finijom PA 6.6. filamentnom pređom ($0,015409433 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$).
- 10) Srednja vrijednost otpora prolazu topline čarapa uzoraka C koji u sebi imaju grublju pamučnu pređu i grublju PA 6.6. filamentnu pređu je najmanji ($0,011438432 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$) u odnosu na uzorke koji u sebi imaju finije pređe (uzorci A – $0,015409433 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$ odnosno uzorci B – $0,014680293 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$).

6. LITERATURA

- [1] Fiziologija; <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=19805>, pristupljeno: 13.07.2019.
- [2] What are thermophysical properties; [http://www.npl.co.uk/reference/faqs/what-are-thermophysical-properties-\(faq-thermal\)](http://www.npl.co.uk/reference/faqs/what-are-thermophysical-properties-(faq-thermal)), pristupljeno 13.07.2019.
- [3] Koje dobre šuze, Šetnja kroz povijest obuće, Etnografski muzej, Zagreb, 2006. <http://www.emz.hr/downloads/pdf/Koje%20dobre%20%C5%A1uže.pdf>, pristupljeno 13.07.2019.
- [4] The History Of Socks; <https://shosett.com/history-of-socks/>, pristupljeno 14.07.2019.
- [5] https://www.icebreaker.com/on/demandware.static/-/Sites-IB-US-Library/default/dw3114480f/images/sizing/2017update/Socks_1140x360px.jpg, pristupljeno 16.07.2019.
- [6] 6 TYPES OF SOCKS (AND WHEN TO WEAR THEM) + SOCK LENGTHS EXPLAINED; <https://www.themodestman.com/types-of-socks/>, pristupljeno 16.07.2019.
- [7] 1Pairs Men/Women Bamboo Ankle Invisible Loafer Boat Liner Low Cut No Show Socks; <https://www.ebay.com/itm/1Pairs-Men-Women-Bamboo-Ankle-Invisible-Loafer-Boat-Liner-Low-Cut-No-Show-Socks/123133699964?hash=item1cab57277c:g:7KYAAOSwyDFa-jSt>, pristupljeno 16.07.2019.
- [8] Ladies 1 Pair Thorlos Lite Running Thin Cushion Micro Mini Crew Socks; <https://www.ebay.com/itm/Ladies-1-Pair-Thorlos-Lite-Running-Thin-Cushion-Micro-Mini-Crew-Socks-/172280865904>, pristupljeno 16.07.2019.
- [9] Mens 6-Pack Classics Dyed Crew Sock 038257752601; <https://www.walmart.com/ip/Mens-6-Pack-Classics-Dyed-Crew-Sock-038257752601/40334596>, pristupljeno 16.07.2019.
- [10] <https://www.touchofmodern.com/sales/ballonet-ed3b1258-23a7-44ce-a940-ef9f39f4ca10/mid-calf-sock-prism-pack-of-3?wall=1>, pristupljeno 16.07.2019.
- [11] The Over The Calf Angora Socks; <https://www.hammacher.com/product/over-calf-angora-socks>, pristupljeno 16.07.2019.
- [12] 15 Different Types of Socks for Women (Photos and Chart); <https://threadcurve.com/types-of-socks-for-women/>, pristupljeno 16.07.2019.
- [13] <https://www.tobi.com/accessories/other>, pristupljeno 16.07.2019.
- [14] <https://c-skins.com/europe/portfolio-item/poly-pro-4mm-bodyboard-socks>, pristupljeno 16.07.2019.

- [15] Sock Size Chart - Your Guide to Finding Your Size; <https://www.sox.com/pages/sock-size-chart>, pristupljeno 16.07.2019.
- [16] Kuklane K.: Footwear for cold environments, Thermal properties, performance and testing, https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/4207/1/ah1999_23.pdf, pristupljeno 17.07.2019.
- [17] Mikulčić M.: Termofiziološka svojstva radno zaštitne obuće, završni rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Studij u Varaždinu, Varaždin, 2012.
- [18] Salopek Čubrić, I.: Studij termofiziološke udobnosti pletenih struktura, doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet Zagreb, 2009., str. 11- 38
- [19] Allen P.: Testing thermal performance and moisture management; <https://www.satrap.com/bulletin/article.php?id=1297>, pristupljeno 17.07.2019.
- [20] Thermetrics, Advanced Thermal Measurement Technology; <http://www.thermetrics.com/products/partial-manikins/thermal-foot-test-system/freehanging>, pristupljeno 17.07.2019.
- [21] Toplina; <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=61787>, pristupljeno 17.07.2019.
- [22] Toplinski otpor; <http://struna.ihjj.hr/naziv/toplinski-otpor/8193/>, pristupljeno 17.07.2019.
- [23] Toplinska vodljivost; https://hr.wikipedia.org/wiki/Toplinska_vodljivost, pristupljeno 17.07.2019.
- [24] TeachMeAnatomy.info, Bones of The Foot: Tarsals, Metatarsals and Phalanges; <http://teachmeanatomy.info/lower-limb/bones/bones-of-the-foot-tarsals-metatarsalsand-phalanges/>, pristupljeno 17.07.2019.
- [25] The Weight Bearing Bones of the Forearm and Shin; <https://corewalking.com/weightbearing-bones-forearm-shin/>, pristupljeno 17.07.2019.
- [26] Stabilnost stopala; <http://run.hr/stabilnost-stopala/>, pristupljeno 17.07.2019.
- [27] Anatomy Muscular System Diagram Calf Muscle; <http://www.anatomychartee.us/anatomy-muscular-system-diagram-calf-muscle/>, pristupljeno 17.07.2019.
- [28] https://loomen.carnet.hr/pluginfile.php/3002575/mod_resource/content/0/4.1.%20Vrste%2C%20svojstva%20i%20dobivanje%20pre%20C4%91e.pdf, pristupljeno 30.08.2019.
- [29] Kovačević S., Tehničke tkanine – skripta za studente, ak. godina 2009./2010.
- [30] Vrljićak Z.: Tehnološki izračuni proizvodnje pletiva, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2017.

- [31] Vrljičak Z.: Tehnička pletiva (temeljni osnovini prepleti – radni materijal), Zagreb, rujan 2013.
- [32] Barišić V.: Jadran čarape since 1930., Proizvodnja čarapa, sirovine i postupci, Jadran tvornica čarapa d.d., Zagreb, Žužul Ž., Zagreb, 2007.
- [33] Rogina-Car B., Skenderi Z., Vrljičak Z.: Otpor prolazu topline kratkih čarapa iz viskoznih pređa, Koža i obuća, **68** (2019.) 14-17.
- [34] Mužinić G.: Model toplinske noge, završni rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Studij u Varaždinu, Varaždin, 2012.
- [35] Čunko R., Andrassy M.: Vlakna, Zrinski d.d., Zagreb, 2005.
- [36] Vrljičak Z.: Pavlović Ž.: Dimenzijska nestabilnost kratkih čarapa; Tekstil, **63** (2014.) 27-40.
- [37] Vrljičak Z., Kovač A.: Projektiranje i izrada kratkih čarapa; Tekstil, **60** (2011.) 149-159.
- [38] Vrljičak Z.: Projektiranje pletiva (radni materijali): ak. god. 2012./2013., Zagreb
- [39] Hranilović D.: Termofiziološka svojstva obuće, završni rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Studij u Varaždinu, Varaždin, 2017.