

POVEZANOST MEHANIČKIH SVOJSTAVA PLETENINA I ERGONOMSKE UDOBNOSTI SPORTSKE ODJEĆE

Dragana Grujić¹, Tatjana Rijavec², Simona Jevšnik³, Svjetlana Janjić¹

¹Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet Banja Luka

²Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta Ljubljana

³Associate member University of Primorska, Academy of Design in Ljubljana

ISSN 2232-755X

UDC 657.11/.13

DOI: 10.7251/GHTE1208035G

Naučni rad

Kvalitet sportske odjeće se ocjenjuje preko njene toplotno fiziološke i ergonomske udobnosti. U ovom radu je ispitivana povezanost mehaničkih svojstava pletenina i ergonomske udobnosti odjeće. Sportska odjeća se izrađuje od različitih vrsta materijala koji vizuelno mogu izgledati isto, ali kada su u pitanju mehanička svojstva koja su uveliko povezana sa priližeganjem i deformacijom odjeće u toku upotrebe, između njih može postojati značajna razlika.

Za izradu ženskih biciklističkih hlača korištene su dvije vrste pletenina istih konstrukcijskih karakteristika ali različitih sirovinskih sastava. Od navedenih pletenina izrađena su dva modela ženskih biciklističkih hlača. Za izradu oba modela hlača korišteni su krojni dijelovi iste konstrukcije ali sa kombinacijama pletenina različite rastegljivosti za pojedine krojne dijelove radi postizanja bolje ergonomske udobnosti. Povezanost mehaničkih svojstava pletenina i ergonomske udobnosti modela ženskih biciklističkih hlača utvrđivana je kroz probe nošenja i subjektivno ocjenjivanje.

Ključne riječi: sportska odjeća, biciklističke hlače, pletenina, mehanička svojstva, rastegljivost, toplotna svojstva, udobnost odjeće, ergonomija

UVOD

U današnjem vremenu sportska odjeća je mnogo kvalitetnija zahvaljujući savremenim tehnologijama i novim materijalima. Pruža veći stepen zaštite pri korišćenju u različitim sportskim aktivnostima, pruža komfor i pomaže u postizanju sve boljih sportskih rezultata.

Osnovne karakteristike o kojima treba voditi računa pri projektovanju odeće za bicikliste su:

- svojstva materijala, koji su upotrebljeni za izradu odeće,
- toplotna regulacija i propuštanje vlage,
- brzo sušenje,
- ulošci za zaštitu od udara.
-

Upotrebom najmodernijih materijala i tehnika, stalnim razvojem, svojim kvalitetom i komforom, industrija sportske odjeće pronašla je put do velikog broja korisnika širom svijeta i zauzima značajno mesto u svakodnevnom životu skoro svakog pojedinca. U današnje vrijeme, posmatrano sa finansijskog aspekta, industrija sportske odjeće predstavlja veoma važan segment u svjetskoj ekonomiji.

Materijali za izradu sportske odeće

Najčešće upotrebljavani materijal za izradu sportske odjeće je "Spandeks", koji je po hemijskom sastavu poliuretana.

Korespondentni autor: Dragana Grujić, Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet, V. S. Stepanovića 73, 78000 Banja Luka, BiH, e-mail: dragana.grujic@tfbl.org

Spandeks ne upija vodu, otporan je na tjelesne izlučevine i posjeduje izuzetnu elastičnost, tako da se poslije istezanja i do 600 % vraća u prvobitno stanje bez oštećenja.

Spandeks se gotovo nikad ne koristi samostalno već se kombinuje sa ostalim prirodnim ili vještačkim materijalima, kao što su pamuk, vuna, lan, poliamid, poliester i slično, najčešće udjela do 20 %. Materijalima kojima se dodaje daje elastičnost i dodatnu mekoću. Kombinovan sa laganim neupijajućim vlaknima kao što su poliamid i poliester čini idealan materijal za primjenu u tzv. kompresivnoj garderobi koja zahtjeva elastičnost i pripijenost tijelu radi komfora pri pokretima i pružanja podrške mišićima. Pored toga ne upija znoj već ga odvodi u atmosferu ili gornje slojeve odjeće čuvajući kožu suvom i tijelo od pregrijavanja, a zbog bolje prokrvljenosti i od hlađenja ujedno omogućavajući koži da neometano diše. Takođe je primjećeno da upotreba kompresivne garderobe sa spandeksom umanjuje zamor mišića te povećava efikasnost sportiste, a nošena poslije intenzivnog treninga znatno ubrzava oporavak mišićnog tkiva.

Odjeća od spandeksa predstavlja dodatnu zaštitu tijela od uticaja sunca, niskih i visokih temperatura, a kako se nosi potpuno pripijena uz tijelo preuzima ulogu "druge kože" te ne ometa izvođenje i najkomplikovanijih pokreta.

Osnovne karakteristike odjeće za bicikliste

Cilj odijevanja je održavanje konstantne temperature tijela pri različitim klimatskim uslova i fizičkim aktivnostima. Sposobnost odjeće da reguliše tjelesnu temperaturu umanjuje količinu energije koju naše tijelo troši za održavanje toplotne ravnoteže.

Održavanje površine kože suvom pomaže očuvanje tjelesne temperature i generalno povećava udobnost. Ovo se postiže na dva načina:

- zaštita od spoljašnje vlage - odjeća bi trebalo da štiti od kiše, snijega i ostalih mogućih izvora vlage u hladnijim periodima i
- zaštita od "unutrašnje" vlage - odjeća bi trebalo da štiti od znoja i odvodi ga sa površine kože ka spoljnoj sredini.

Odjeća stvara posebnu mikroklimu između tijela i okoline. Odjeća se ponaša kao barijera prenosu toplote, prolasku vlage između kože i okoline (1).

Osnovni sloj odjeće za bicikliste je u direktnom kontaktu sa kožom. Pri vožnji bicikla normalno je očekivati da će biti dosta naizmjeničnog znojenja i hlađenja, zbog čega je bitno da taj sloj odjeće ne zadržava vlagu, već je odvodi dalje od kože.

Pri klimatskim uslovima kada su temperature vazduha visoke i uticaj vjetra minimalan, termoregulacija tijela vrši se procesom izlučivanja znoja koji se isparava sa površine kože i na taj način koži oduzima suvišnu toplotu. Ispareni znoj se u obliku vodene pare s površine kože kroz odjeću odvodi u okolinu, pa prema tome veoma značajnu ulogu za osiguravanje neophodne udobnosti imaju sorpcijska svojstva materijala od kojih je odjeća izrađena (2).

Proizvođači neprestano pronalaze nove sintetičke materijale za izradu kako sportske odjeće, tako i odjeće za svakodnevne aktivnosti. Vlaga, koju materijal može da upije, ne može biti veća od 1 % ukupne težine materijala. U praksi ovo znači da se ovi materijali jako brzo suše.

Materijali za sportsku odjeću se izrađuju od vlakana velike finoće, koja su u isto vreme veoma izdržljiva.

Izolacioni sloj odjeće za bicikliste je drugi sloj odjeće, koji se oblači preko osnovnog sloja, u periodu kada su temperature niže. Njegova namjena je da zadrži tjelesnu toplotu, a najbolji način za to je stvaranje vazdušnog sloja oko tijela. Ovaj sloj vazduha umanjuje razmjenu toplote između tijela i spoljašnje sredine. Izolacioni sloj se uglavnom sastoji od poliestera, koji je tako obrađen da se vazduh zadržava između njegovih vlakana. Ovaj sloj vazduha formira zaštitni sloj, koji pruža odličnu izolaciju. Ovi materijali se brzo suše i odlično transportuju znoj ka spoljnoj sredini.

Materijali od kojih se izrađuje odjeća za bicikliste su veoma elastični, što takođe utiče na udobnost odjeće, kao i sama konstrukcija odjeće kojoj se posvećuje sve više pažnje. U daljem nastojanju povećanja udobnosti izrađeni su i ulošci za zaštitu od udara, gdje se pristupa sve inovativnijim tehnologijama i izrađuju se bioaktivni, antibakterijski i ulošci sa anatomskom strukturom.

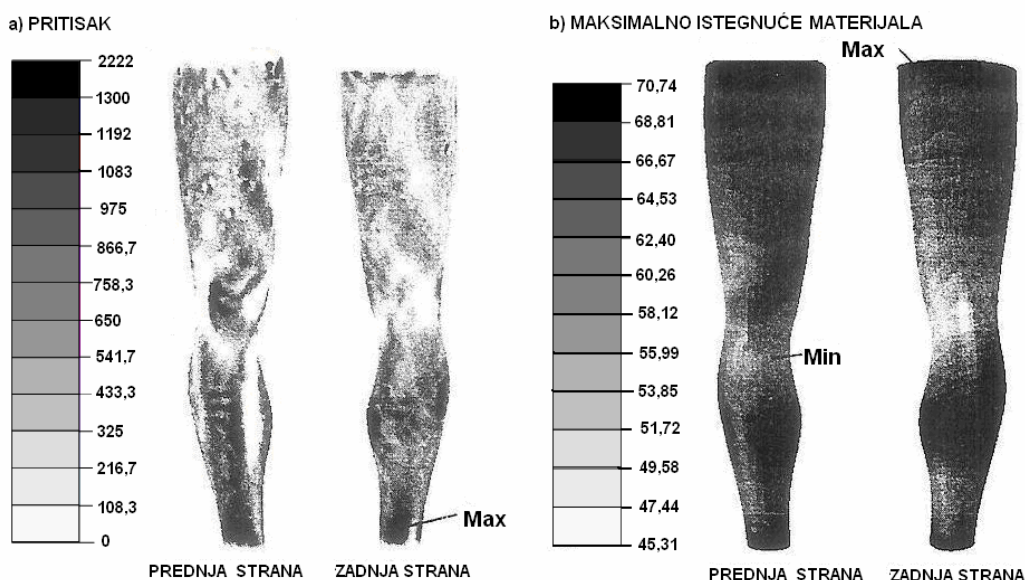
Udobnost odjeće za bicikliste

Sportska odjeća visokog kvaliteta je od interesa za istraživače kao i za proizvođače, zbog uobičajene brige za udobnost vježbanja, povećavanje učinka i prevenciju povreda vrhunskih sportista tokom vožnje biciklom, trčanja i dr.

Glavni parametri za ocjenu udobnosti odjeće za bicikliste su (3):

- kontakti pritisak i istežanje materijala od kog je odjeća izrađena i
- toplotna svojstva odjeće.

Znatan broj istraživanja je pokazao pozitivne efekte stiskanja odjevnih predmeta uz tijelo koji podupiru mišiće, smanjujući venska istežanja i odlive, poboljšavajući mikrocirkulaciju i smanjujući mišićnu oscilaciju i umor mišića.



Slika 1: Predviđeni kontakti pritisak i maksimalan princip istegnuća materijala za sportsku odjeću (3)

a) pregled kontaktnog pritiska;

b) raspodela stvarnog maksimalnog istežanja materijala za sportsku opremu

Figure 1: The predicted contact pressure and the maximum principle of material strain for sportswear (3)

a) review of the contact pressure;

b) the distribution of the existing maximum elongation of material for sportswear

U simulaciji, maksimalan pritisak (2222 Pa) se javlja jedino na krajevima članaka (sl. 1a), dok se maksimalno rastezanje materijala (70,94 %) dešava na gornjem dijelu butina, a minimalno rastezanje materijala (45,30 %) se dešava ispod čašice (sl. 1b).

U predjelu članka i listova, odstupanja u deformaciji tkanine na bočnom dijelu su manja, zapravo najmanja u odnosu na ostale smjerove, i samim tim i pritisak je manji u odnosu na ostale dijelove. U predjelu koljena, kontaktni pritisak i deformacija materijala je povećana u predjelu čašice, a u predjelu butina, deformacija je velika.

Toplotna svojstva odjeće su zavisna od modela i konstrukcijsko-tehnoloških parametara same odjeće, kao i od sirovinskog sastava materijala, te procesa dorade. Konstrukcija biciklističke odeće je takva da je odjeća pripijena uz tijelo, izrađuje se od elastičnih materijala, što omogućava nesmetano kretanje.

S gledišta termofiziologije, odjeća se može smatrati "kvazifiziološkim sistemom" koji utiče na proces termoregulacije tijela, tako da se čovjek pri različitim klimatskim uslovima i različitim tjelesnim aktivnostima osjeća udobno (4, 5).

Temperatura i vlažnost kože su parametri koji su zavisni od okoline (klimatskih uslova) i faktora odjeće, kao što su svojstva materijala i otvorenost odjevnih predmeta (6).



Najnoviji materijali sa polupropustljivim membranama, koji su poznati kao materijali koji "dišu", debljine svega nekoliko milimetara omogućuju biciklistima da se prijatno osećaju pri vožnji biciklom na temperaturama od -20°C do +20°C.

MATERIJAL I METODE

Za izradu dva modela ženskih biciklističkih hlača upotrijebljene su dvije vrste pletenina različitih sirovinskih sastava ali istih konstrukcijskih karakteristika. Izgled i osnovna svojstva pletenina prikazana su u tabeli 1.

Tabela 1: Izgled i oznake odabranih pletenina za izradu biciklističkih hlača

Table 1: The appearance and signs of the selected knitwear for making cycling pants

| Uzorci pletenina <i>Knitting samples</i> | Vrsta prepletaja <i>Type of pattern</i> | Oznaka uzorka <i>The sign of the sample</i> | Površinska masa [g/m ²] <i>Surface mass [g/m²]</i> | Gustina [cm ⁻¹] <i>Density [cm⁻¹]</i> | | Sirovinski sastav <i>Raw material composition</i> |
|---|--|--|--|---|----------|--|
| | | | | Gv Dv | Gh Dh | |
|  | desno – lijevi futer prepletaj <i>right – left footer pattern</i> | ACG-S | 236 | 20 | 13 | 72,14 % poliester, 24,04 % pamuk, 3,82 % likra <i>72,14 % polyester, 24,04 % cotton, 3,82 % lycra</i> |
|  | desno – lijevi futer prepletaj <i>right – left footer pattern</i> | ACG-C | 260 | 20 | 16 | 21,12 % poliester, 73,06 % pamuk, 5,82 % likra <i>21,12 % polyester, 73,06 % cotton, 5,82 % lycra</i> |

Prije odabira materijala za izradu biciklističkih hlača urađena su ispitivanja mehaničkih (prekidna jačina i prekidno izduženje) i toplotnih svojstava (vazдушna propustljivost i koeficijent toplotne provodljivosti).

Nakon konstrukcije, modelovanja i izrade ženskih biciklističkih hlača urađeno je subjektivno ocjenjivanje ergonomske udobnosti kroz probe nošenja pri određenim fizičkim aktivnostima, tj. vožnja bicikla.

Ispitivanje prekidne jačine i prekidnog izduženja pletenine

Postupak ispitivanja je izveden prema standardu ISO 13934-1 (7). Za ispitivanje je pripremljeno 5 epruveta u uzdužnom i 5 u poprečnom smjeru, a istežanje do prekida je vršeno na dinamometru gdje je razmak između stezaljki bio 100 mm.

Ispitivanje koeficijenta toplotne provodljivosti materijala

Mjerenje toplotne provodljivosti se temelji na prelasku topline iz toplijeg dijela na hladniji, odnosno na principima kondukcije topline.

Koeficijent toplotne provodljivosti materijala se može izračunati prema izrazu (8):

$$\lambda_x = \lambda_n \cdot \frac{d_x}{d_n} \cdot \frac{T_3 - T_2}{T_2 - T_1} \quad (1)$$

gdje je:

λ_x – koeficijent toplotne provodljivosti ispitivanog uzorka (J/s·m·K)

λ_n – toplotni koeficijent referentne staklene ploče ($\lambda_n = 1,0319$ J/s·m·K)

d_x – debljina ispitivanog uzorka (mm)

d_n – debljina referentne staklene ploče ($d_n = 4$ mm)

T_1 – temperatura hladnije debele ploče (30 °C)

T_2 – temperatura srednje tanke ploče (°C)

T_3 – temperatura toplije debele ploče (60 °C).

Određivanje vazdušne propustljivosti materijala

Kada se govori o propustljivosti vazduha misli se na vjetar, koji otežava kretanje, prodire kroz odjeću i pri tom odnosi sa sobom određenu količinu topline. Vazduh prolazi kroz odjeću zbog toga, jer se pod uticajem brzine vjetra stvara razlika parcijalnih pritisaka. Na površini odjeće je parcijalni pritisak veći nego u neposrednoj blizini površine kože i u takvim uslovima vazduh prolazi kroz odjeću (9).

Određivanje vazdušne propustljivosti vršeno je prema standardu SIST EN ISO 9237 (10) koji je u saglasnosti sa njemačkim standardom DIN 53887 (11). Ispitivanje je vršeno u standardnim uslovima na cijeloj površini pletenine, vodeći računa o tome da se mjerenje vrši 10 do 20 cm od ivice pletenine. Na svakom uzorku urađeno je po 20 mjerenja na različitim mjestima po površini pletenine pomoću rotometra (9).

Iz očitanih vrijednosti izračunava se prosječna vrijednost, a zatim i količina propuštenoga vazduha u m³ u vremenu od 1 minute po jednačini:

$$Q = \frac{q}{6 \cdot F} \quad (2)$$

gdje je:

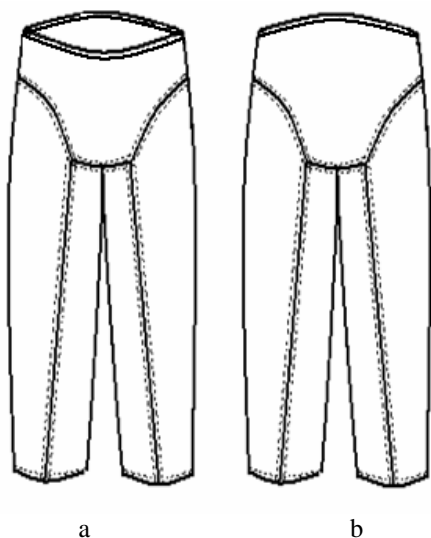
Q - količina propuštenoga vazduha pri određenoj visini vodenog stuba [$\text{m}^3/\text{min m}^2$],

q - količina vazduha, koji prolazi kroz površinu ispitivanog uzorka [dm^3/h],

F - ispitivana površina [cm^2].

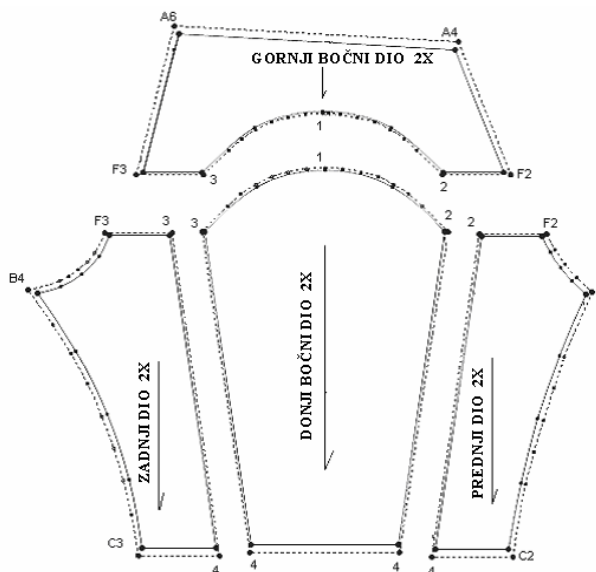
Konstrukcija i modelovanje biciklističkih hlača

Modeli ženskih biciklističkih hlača urađeni su iz krojnih dijelova, sl. 3., prema tehničkoj skici prikazanoj na slici 2. Modeli su izrađeni tako da u predjelu boka nema šava sa ciljem da se istovremeno oslobode kvadriceps i zadnja loža.



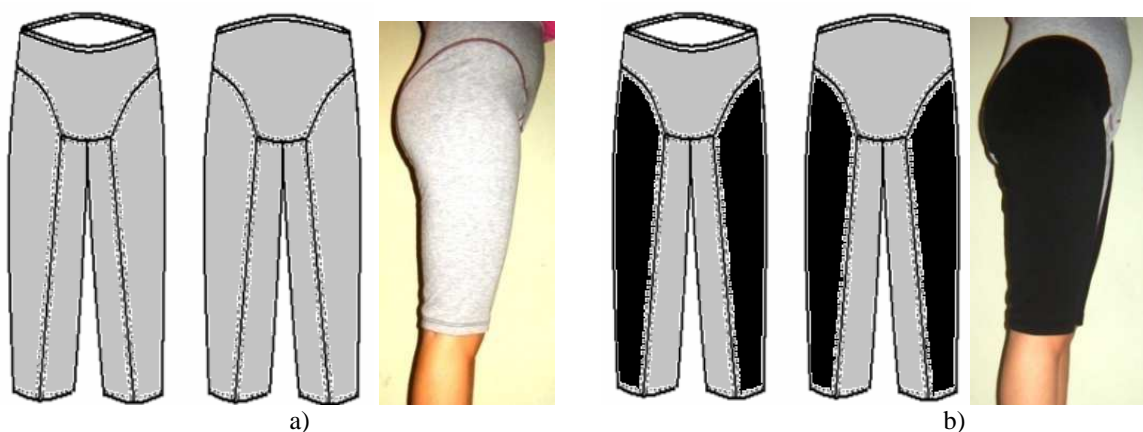
Slika 2: Tehnička skica ženskih biciklističkih hlača
a) Prednji dio; b) Zadnji dio

Figure 2: Technical sketch of women's cycling pants
a) The front part; b) The back part



Slika 3: Modelovani krojni dijelovi biciklističkih hlača

Figure 3: The modeled cutting parts of cycling pants



Slika 4: Izgled gotovih modela ženskih biciklističkih hlača
a) Model 1; b) Model 2

Figure 4: The appearance of finished models of women's cycling pants
a) Model 1; b) Model 2

Ženske biciklističke hlače - Model 1, sl. 4a, izrađen je od jedne vrste materijala, tj. od pletenine oznake ACG-S.

Model 2, sl. 4b, izrađen je od dvije vrste materijala ACG-S i ACG-C, gdje je bočni dio hlača izrađen od elastičnijeg materijala ACG-C, kako bi utvrdili ergonomsku udobnost tokom nošenja.

Subjektivna ocjena ergonomske udobnosti

Da bi se ocjenila ergonomska udobnost različitih modela biciklističkih hlača, pored ispitivanja svojstava elastičnosti pletenina urađene su i probe nošenja pri određenim fizičkim aktivnostima, tj. vožnja bicikla.

Za ispitivanje ergonomske udobnosti biciklističkih hlača kroz probe nošenja korišten je upitnik sa pitanjima i odgovarajućom skalom za ocjenjivanje subjektivnog osjećaja udobnosti, tab. 2, koji su osobe koje su nosile ispitivane modele ispunjavale nakon vožnje biciklom.

Tabela 2: Skala za subjektivno ocjenjivanje ergonomske udobnosti biciklističkih hlača

Table 2: The scale for subjective evaluation of ergonomic comfort cycling pants

| | | |
|---|-----------------------------|--|
| Pitanje A: Sloboda pokreta - Kako ocjenjujete slobodu pokreta pojedinih dijelova tijela? | | |
| Pitanje B: Prilijeganje odjeće - Kako ocjenjujete prilijeganje odjeće kod pojedinih dijelova tijela? | | |
| Question A: Freedom of movement - How do you evaluate the freedom of movement of various body parts? | | |
| Question B: Fitness of the clothing - How do you evaluate the fitting of clothing body parts? | | |
| Subjektivni osećaj <i>Subjective feeling</i> | Ocjena <i>The rating</i> | Opisna ocjena <i>Descriptive rating</i> |
| DOBRO (<i>GOOD</i>) | +3 | veoma dobro (<i>very good</i>) |
| | +2 | dobro (<i>good</i>) |
| | +1 | više dobro nego loše (<i>more good than bad</i>) |
| NEODREĐENO (<i>UNSPECIFIED</i>) | 0 | ni dobro ni loše (<i>neither good nor bad</i>) |
| LOŠE (<i>BAD</i>) | -1 | više loše nego dobro (<i>more bad than good</i>) |
| | -2 | loše (<i>bad</i>) |
| | -3 | veoma loše (<i>very bad</i>) |

* Pitanje A se odnosi na dijelove tijela: koljeno i bokovi.

* Pitanje B se odnosi na dijelove tijela: koljeno, nadkoljenica i bokovi.

* The question A is related to the parts of the body : knee and hips.

* The question B is related to the parts of the body: knee, thigh and hips.

REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati ispitivanja mehaničkih svojstava pletenina prikazani su tab. 3, a dijagrami prekidna jačina/izduženje u uzdužnom i poprečnom smjeru na slikama od 5 do 8. Rezultati ispitivanja toplotnih svojstava odabranih pletenina prikazani su tab. 4, a subjektivne ocjene ergonomske udobnosti na slikama 9 i 10.

Tabela 3: Rezultati ispitivanja prekidne jačine i izduženja odabranih pletenina

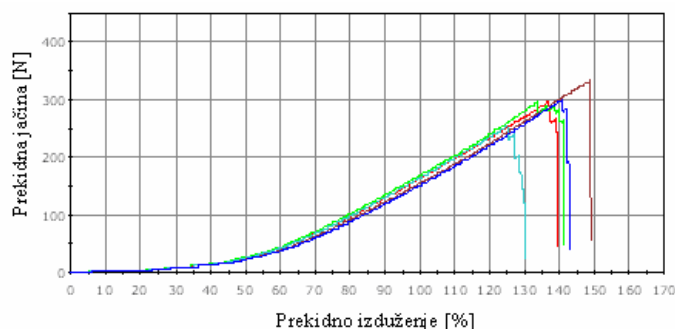
Table 3: The results of examining tensile strength and elongation of selected knitwear

| | | | | |
|--|---|---------------------------------|---|---------------------------------|
| Oznaka uzorka <i>The sign of the sample</i> | Prekidna jačina F_{pr} [N] <i>Tensile strength F_{pr} [N]</i> | | Prekidno izduženje ε_{pr} [%] <i>Elongation at break ε_{pr} [%]</i> | |
| | uzdužno <i>longitudinally</i> | poprečno <i>transversely</i> | uzdužno <i>longitudinally</i> | poprečno <i>transversely</i> |
| ACG-S | 295,24 | 570,84 | 136,93 | 90,74 |
| ACG-C | 148,20 | 501,65 | 124,53 | 96,65 |

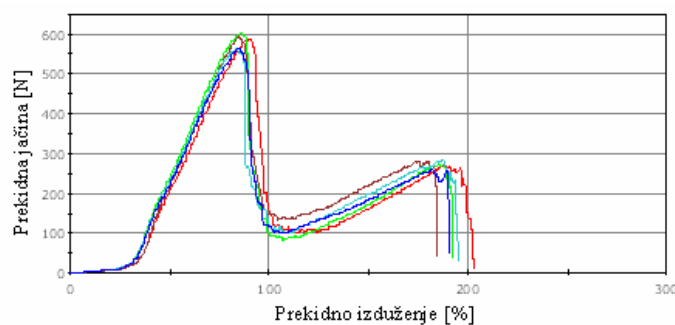
Prekidna jačina pletenine ACG-S u poprečnom smjeru je skoro 2 puta veća u odnosu na uzdužni smjer, dok pletenina ACG-C ima 3.4 puta veću prekidnu jačinu u poprečnom smjeru u poređenju sa prekidnom jačinom u uzdužnom smjeru, tab. 3.

Za pleteninu ACG-S prekidno izduženje u poprečnom smjeru je 91 % i niže je nego u uzdužnom smjeru, koje iznosi 137 %, dok za pleteninu ACG-C prekidno izduženje u poprečnom smjeru iznosi 97 % a u uzdužnom 125 %, tab.3.

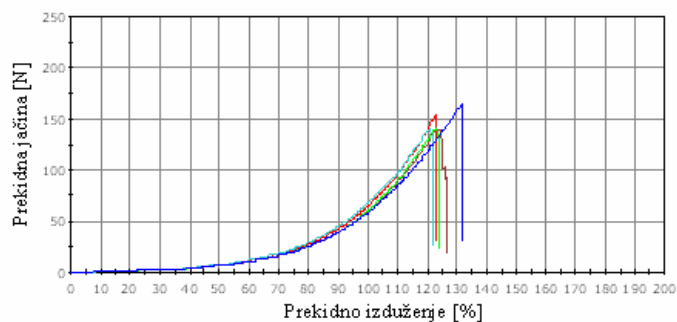
U tab. 3. može se uočiti da je prekidna jačina u uzdužnom i poprečnom smjeru veća za pleteninu ACG-S u odnosu na pleteninu ACG-C, dok je prekidno izduženje u uzdužnom smjeru veće za pleteninu ACG-S a u poprečnom smjeru za pleteninu ACG-C.



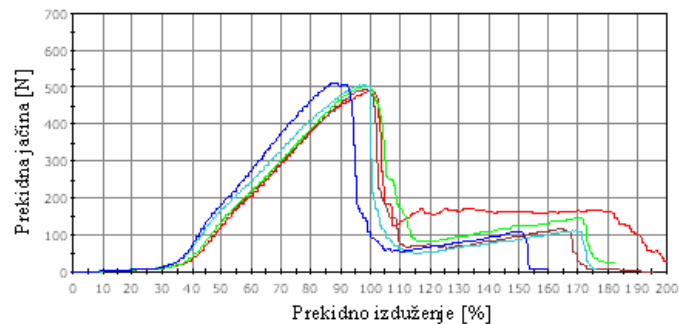
Slika 5: Dijagram prekidna jačina/izduženje za pleteninu ACG-S u uzdužnom smjeru
Figure 5: The diagram of tensile strength / elongation for knitwear ACG-S in the longitudinal direction



Slika 6: Dijagram prekidna jačina/izduženje za pleteninu ACG-S u poprečnom smjeru
Figure 6: The diagram of tensile strength / elongation for knitwear ACG-S in the transverse direction



Slika 7: Dijagram prekidna jačina/izduženje za pleteninu ACG-C u uzdužnom smjeru
Figure 7: The diagram of tensile strength / elongation for knitwear ACG-C in the longitudinal direction



Slika 8: Dijagram prekidna jačina/izduženje za pleteninu ACG-C u poprečnom smjeru
Figure 8: The diagram of tensile strength / elongation for knitwear ACG-C in the transverse direction

Na sl. 5-8. prikazane su krive prekidna jačina/izduženje, koje su veoma zanimljive. Pri izduženju oko 100 % u poprečnom smjeru kod pletenina ACG-S i ACG-C, sl. 6 i 8, dolazi do pada sile, nakon čega ponovo dolazi do porasta sile do pojave drugog maksimuma, koji je niži od prvog i tada slijedi dalji pad prekidne sile do prekida materijala.

Prvi pik, sl. 6 i 8, je povezan sa prekidom pamučne pređe, koja je slabija i prva se kida, što dovodi do pada jačine, a zatim do njenog postepenog rasta do prekida poliesterke komponente pletenine.

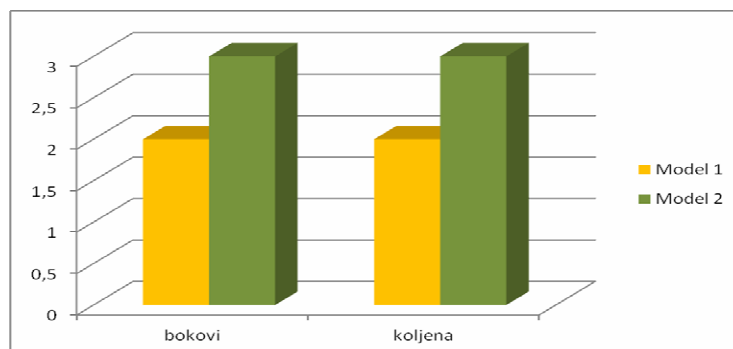
Na sl. 5 i 7. prikazane su krive prekidna jačina/izduženje u uzdužnom smjeru, gdje se može vidjeti sila ravnomjerno raste do prekida, što u potpunosti oslikava ponašanje poliesterke pletenine.

Tabela 4: Značajne karakteristike pletenina za definisanje toplotnih svojstava odeće

Table 4: Significant characteristics of knitwear for defining the thermal properties of clothing

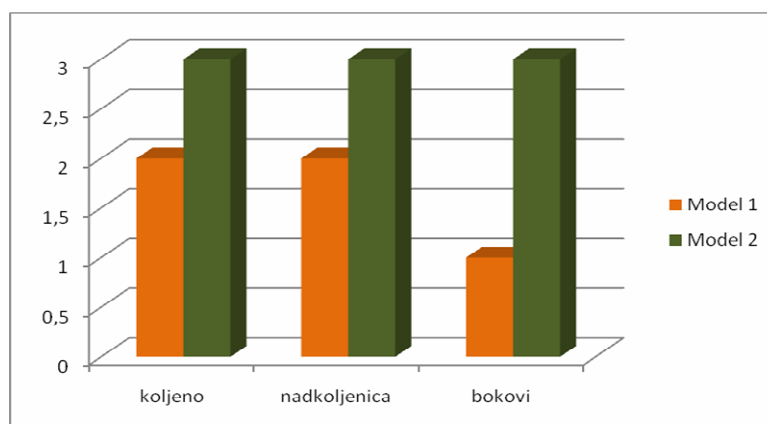
| Oznaka uzorka <i>The sign of the sample</i> | Debljina [mm] <i>Thickness [mm]</i> | Vazдушna propustljivost Q [m ³ /min m ²] Air permeability Q [m ³ /min m ²] | Koeficijent toplotne provodljivosti λ [J/s·m·K] The coefficient of thermal conductivity λ [J/s·m·K] |
|--|--|--|--|
| ACG-S | 0,7630 | 41,1 | 0,1337 |
| ACG-C | 0,9265 | 17,4 | 0,1504 |

Pletenina ACG-S je tanja, ima manju površinsku masu i 2 puta više propušta vazduh u odnosu na pleteninu ACG-C, tab. 4. Veća vazдушna propustljivost objašnjava nižu toplotnu provodljivost pletenine ACG-S u poređenju sa pleteninom ACG-C. Međutim, veća otvorenost površine pletenine ACG-S znači veću naklonjenost konvekcijskom načinu prenošenja toplote, koji se događa u vjetrovitoj okolini.



Slika 9: Subjektivne ocjene slobode pokreta pojedinih dijelova tijela
Figure 9: Subjective evaluation of the freedom of movement of individual body parts

Na osnovu subjektivne ocjene slobode pokreta pojedinih dijelova tijela, sl. 9, koje su dobijene na osnovu odgovora osoba koje su nosile ispitivane modele odjeće na pitanja iz Upitnika, tab. 4, može se vidjeti da je Model 2 ocjenjen najvećom ocjenom (+3).



Slika 10: Subjektivne ocjene prilijeganja odjeće kod pojedinih dijelova tijela
Figure 10: Subjective evaluation of the fitting of clothing in individual parts of the body

Na sl. 10. se može vidjeti da se subjektivne ocjene prilijeganja odjeće kod pojedinih dijelova tijela kada se razmatra Model 1 kreću od (+1) za područje bokova do (+2) za područje koljena i nadkoljenice, dok su osobe nakon nošenja Modela 2 prilijeganje odjeće ocjenile kao veoma dobro (+3).

ZAKLJUČAK

Na osnovu izučavanja literature koja se bavi problematikom udobnosti sportske odjeće, ispitivanja mehaničkih i toplotnih svojstava korištenih pletenina i konačno probe nošenja realizovanih modela ženskih biciklističkih hlača može se zaključiti da, pored konstrukcije odjeće, veliki uticaj na ergonomsku udobnost odjeće imaju mehanička svojstva upotrijebljenih pletenina odnosno rastegljivost materijala.

Ispitivanja su pokazala da se veliki kontakti pritisak na pojedinim dijelovima tijela može smanjiti upotrebom pletenina veće rastegljivosti, kao što je u radu prikazano za Model 2. Konstrukcija modela biciklističkih hlača za Model 2 ostaje ista, a značajno se povećava njihova funkcionalnost i udobnost kada se za donji bočni dio hlača umjesto pletenine ACG-S upotrijebi pletenina ACG-C, koja ima veću rastegljivost u poprečnom smjeru.

Posmatrajući udobnost odjeće s aspekta toplotnih svojstava ispitivanih pletenina može se zaključiti da odjeća urađena od pletenine ACG-S, zbog veće vazdušne propustljivosti i otvorenosti površine pletenine ima niži koeficijent toplotne provodljivosti u odnosu na pleteninu ACG-C. Veća otvorenost površine pletenine ACG-S znači veću sklonost konvekcijskom načinu prenošenja toplote, koja se događa u vjetrovitoj okolini.

LITERATURA

- (1) Geršak, J., M. Marčić: Assessment of thermophysiological wear comfort of clothing system, *Tekstil*, **57** (10) (2008) 497-505.
- (2) Grujić, D., J. Geršak, M. Ristić: Uticaj fizikalnih i sorpcijskih svojstava tkanina na količinu upijenog znoja u odjeći, *Tekstil* **59** (3) (2010) 68-79.
- (3) Lin, Y., K. Choi, A. Luximon, L. Yao, J. Hu, Y. Li: Finite element modeling of male leg and sportwear: contact pressure and clothing deformation, Hong Kong, 2011

- (4) Mecheels, J.: Körper – Klima – Kleidung: Wie funktioniert unsere Kleidung?, Fachverlang Schiele& Schön GmbH, Berlin, 1998, ISBN 3 7949-619-5
- (5) Geršak, J., D. Grujić: Vpliv oblačila na toplotno fiziološko udobje človeka pri različnih obremenitvah in klimatskih pogojih, Tekstilec **46** (7-8) (2003) 183-190
- (6) Yoo, H.S., Y.S. Hu, E.A. Kim: Effect of Heat and Moisture Transport in Fabrics and Garments Determined with a Vertical Plate Sweating Skin Model, Textile Research Journal, **70** (6) (2000) 542-549
- (7) ISO 13934-1: Tensile properties of fabrics - Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method.
- (8) Operating Instruction KES–F7: Manual for KES – F7 Thermo Labo II (Precise and Prompt Thermal Prosperity Measurement Instrument), The second Edition, Kato Tech Co. Ltd., Japan, 1998
- (9) Grujić, D.: Uticaj vazdušne propustljivosti i sposobnosti zadržavanja vode tkanina na količinu upijenog znoja u odjeću, Simpozijum "Tendencije razvoja i inovativni pristup u tekstilnoj industriji-DTM 2012", zbornik radova, Beograd, 07. i 08.juni 2012, str. 94-106
- (10) SIST EN ISO 9237: 1995. Textiles – Determination of permeability of fabrics to air. International Organization for Standardization, Geneva, 1995
- (11) DIN 53887: Prufung von Textilien – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von textilen Flachengebilden

CORRELATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF KNITWEAR AND THE ERGONOMIC COMFORT OF SPORTSWEAR

Dragana Grujić¹, Tatjana Rijavec², Simona Jevšnik³, Svjetlana Janjić¹

¹University of Banja Luka, Faculty of Technology in Banja Luka

²University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences in Ljubljana

³Associate member University of Primorska, Academy of Design in Ljubljana

Quality sportswear is evaluated through its thermal physiological and ergonomic comfort. In this paper we study the correlation of the mechanical properties of knitwear garments and the ergonomic comfort of clothes. Sportswear is made from different types of materials that can visually seem the same, but when it comes to the mechanical properties that are significantly associated with the fitting of clothes and its deformation during use, there can be significant differences between them.

To create a pair of women's cycling pants, the following two kinds of knitwear with the same structural characteristics but with different raw material composition, were used. Two models of women's cycling pants were made from these kinds of knitwear. For making both models of pants, the cutting parts of the same design were used, but with different combinations of knitwear of different elasticity for individual cutting parts, for the purpose of reaching a better ergonomic comfort. The correlation of the mechanical properties of knitwear and the ergonomic comfort of women's cycling trousers was determined through trial wearing and subjective evaluation.

Taking into account the study of literature that deals with the issue of comfort sportswear, the mechanical and thermal properties of the used knitwear, and finally the realized trial wearing of female cycling pants, it can be concluded that, in addition to clothing design, the mechanical properties of knitwear and extensibility of materials have a large impact on the ergonomic comfort of the used clothing.

Tests have shown that a large contact pressure on certain parts of the body can be reduced by using higher tensile knitwear, as shown in this paper for Model 2. The structural model of

cycling pants for Model 2 is the same, and has a significantly increasing functionality and comfort when for the side part of pants instead of ACG-S knitwear we use the ACG-C knitwear, which has a higher extensibility in the transverse direction.

Keywords: *sportswear, cycling pants, knitwear, mechanical properties, extensibility, thermal properties, clothing comfort, ergonomics*

*Rad primljen: 16. 10. 2012.
Rad prihvaćen: 27. 11. 2012.*