

Živa Zupin

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje,
Snežniška 5, 1000 Ljubljana, Slovenija

Primerjava lastnosti svilenih in volnenih pletiv za športna oblačila

Comparison of Silk and Wool Knitted Fabrics for Sportswear

Strokovni članek/Professional article

Prispelo/Received 12–2025 • Sprejeto/Accepted 2–2026

Korespondenčna avtorica/Corresponding author:

doc. dr. Živa Zupin

E-pošta: Ziva.Zupin@ntf.uni-lj.si

ORCID iD: 0000-0002-8503-9689

Izvleček

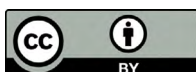
Svila in volna sta bila pomembna naravna materiala že v preteklosti in imata dolgo tradicijo uporabe v tekstilni industriji. V preteklosti je zanimanje za naravna vlakna upadlo zaradi razmaha sintetičnih materialov, a se v sodobnem času znova krepi. K temu pomembno prispevata preusmeritev k trajnostnim pristopom in odgovorna raba virov, kar spodbuja večjo uporabo naravnih materialov tudi pri specializiranih izdelkih, kot so športna oblačila. Za namene raziskave so bila izdelana pletiva iz 100-odstotne svile in 100-odstotne volne v petih različnih levo-desnih vezavah. Preiskovali smo fizikalne, mehanske in prepustnostne lastnosti. Rezultati kažejo, da kljub odličnim mehanskim lastnostim svile volnena pletiva ponujajo boljše funkcionalne zmogljivosti za športno uporabo. Volnena pletiva imajo višjo termoizolativnost in večjo zračno prepustnost, kar pomembno pripomore k toplotnemu udobju med fizično aktivnostjo.

Ključne besede: pletene strukture, fizikalno-mehanske lastnosti, toplotna udobnost

Abstract

Silk and wool have long been important natural materials with a rich tradition in the textile industry. Although interest in natural fibres declined in the past with the rise of synthetic materials, it has increased again in recent years. This renewed interest is largely driven by the shift towards sustainable practices and responsible resource consumption, encouraging the adoption of natural materials even in specialised products such as sportswear. For this research, knitted fabrics were produced from 100% silk and 100% wool in five different single jersey knit structures. Physical, mechanical and permeability properties were examined. The results show that, despite the excellent mechanical properties of silk, wool knitted fabrics offer superior functional performance for sports applications. Wool stands out particularly for its higher thermal insulation and greater air permeability, both of which significantly enhance comfort during physical activity.

Keywords: knitted structures, physical-mechanical properties, clothing comfort



Content from this work may be used under the terms of the Creative Commons Attribution CC BY 4.0 licence (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Authors retain ownership of the copyright for their content, but allow anyone to download, reuse, reprint, modify, distribute and/or copy the content as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publisher. This journal does not charge APCs or submission charges.

1 Uvod

Svila in volna sta bila ključna materiala že v preteklosti. Imata dolgo tradicijo uporabe v tekstilni industriji. Njuna vloga se je skozi čas spreminjala glede na tehnološki razvoj, kulturne potrebe in družbene strukture. Svila spada med najstarejša naravna vlakna, saj njena uporaba na Kitajskem sega več kot pet tisoč let nazaj, kar potrjujejo zgodovinski pregledi o izvoru in značilnostih svile. Dolgo je bila dostopna izključno višjim družbenim slojem, saj je bilo pridobivanje dolgotrajen in zahteven proces. Po Svilni poti je prišla v Evropo, kjer je postala simbol razkošja in se uporabljala predvsem za oblačila plemstva, cerkvene tekstilije in dekorativne tkanine.[1–3].

V Španiji so bile že v 11. stoletju poznane pletene svilene nogavice. Od tam so se postopoma širile po Evropi in vplivale na razvoj pletenih oblačil v poznejših stoletjih. Svilene nogavice in pletiva sta uporabljala predvsem plemstvo in duhovščina. Svilene nogavice so v srednjem veku igrale pomembno vlogo predvsem kot izdelki visoke materialne vrednosti, statusni simboli in del reprezentativne garderobe, občasno pa tudi kot del liturgične ali obredne oprave. Njihova uporaba odraža tehnološki razvoj pletenja in tudi socialno hierarhijo tistega časa [4].

Volna se je že v prazgodovini uporabljala za izdelavo oblačil in odej. V srednjem veku je bila trgovina z volno pomemben gospodarski sektor in je močno vplivala na razvoj zgodnje tekstilne industrije. Zaradi odličnih izolacijskih lastnosti, elastičnosti in sposobnosti vpijanja vlage brez občutka mokrote je bila cenjena tako pri vsakdanjih oblačilih kot tudi v vojaški in cerkveni uporabi [5].

Zanimanje za naravna vlakna je pozneje oslabelo, ker so predvsem zaradi dobrih lastnosti in preproste uporabe oblačil prevladala sintetična vlakna.

V sodobnem času, ko sta trajnost in odgovorna raba virov med ključnimi usmeritvami razvoja tekstilne industrije, se znova povečuje zanimanje za uporabo naravnih materialov pri specialnih namenskih izdelkih, med katere spadajo tudi športna oblačila. Naravna vlakna so namreč pomemben segment

razvoja funkcionalnih tekstilij, saj lahko s svojimi specifičnimi lastnostmi učinkovito dopolnjujejo ali celo nadomeščajo sintetična vlakna [6].

Pomembna naravna materiala z vidika funkcionalne uporabe sta svila in volna, ki izstopata zaradi svojih edinstvenih lastnosti. Po obdobju zmanjšane uporabe naravnih vlaken, predvsem zaradi razmaha sintetičnih materialov, se tako svila kot volna znova uveljavljata. Obe vlakni sta proteinski, le da je svila fibroinsko, volna pa keratinsko vlakno. Ponovno zanimanje za uporabo teh dveh surovin in izdelkov iz njiju je posledica številnih dobrih lastnosti, ki vplivajo na udobje: dajeta toplotno udobje, dobro vpijata vlago, sta zračni in dobro prepuščata vodno paro. Poleg tega izkazujeta dobre elastične lastnosti ter se razmeroma hitro sušita. Ker gre za naravni vlakni, sta tudi biološko razgradljivi, kar dodatno krepi njuno trajnostno vrednost [6, 7].

Lastnosti pletiv iz takšnih materialov pa je mogoče še dodatno izboljšati z razvojem ustreznih pletenih struktur, ki pripomorejo k optimizaciji funkcionalnih zmogljivosti končnega izdelka. Za učinkovito izbiro materiala in konstrukcije, ki skupaj zagotavljata želeni nabor lastnosti, je nujno dobro poznavanje medsebojnega delovanja lastnosti vlaken, preje in pletenih struktur. Prav sinergija vseh teh dejavnikov namreč bistveno vpliva na končne funkcionalne, mehanske in udobnostne lastnosti pletiv [8].

Volnena športna oblačila se uporabljajo pogostejše kot svilena. Večinoma se predvsem zaradi svojih dobrih lastnosti uporablja volna merino, ker odlično toplotno izolira, učinkovito upravlja vlago, saj lahko absorbira do tretjine lastne mase, ne da bi bila mokra na otip, in pri tem vzdržuje stabilno mikroklimo ob koži, 96-% bolje blaži nihanje vlage kot poliester, kar pomeni, da športnik lažje ohranja stabilno toplotno udobje med naporom in počitkom, preprečuje neprijetne vonjave in omogoča dobro toplotno izolacijo. Volnena oblačila se uporabljajo kot aktivno športno perilo pri zunanjih športnih aktivnostih, kot

sta pohodništvo in tek, pri zimskih športih, kot sta tek na smučeh in smučanje, ter športih z visokimi nihANJI intenzivnosti, kot so kolesarjenje, plezanje in golf. Volneno perilo se uporablja za osnovne sloje oblačil [9].

Svila za športna oblačila ni tako razširjena, čeprav ima veliko dobrih lastnosti, je mehka in prijetna na otip, ima dobre termoregulacijske sposobnosti in dobro absorbira vlago, vendar se suši veliko počasneje kot sintetični materiali, slaba lastnost pa je, da

je manj odporna proti obrabi in je relativno draga. Svila se večinoma uporablja za ne tako intenzivne športe, kot so joga, pilates, različne zmerne vadbe, športna oblačila za občutljivo kožo in funkcionalno spodnje perilo za aktivnosti v zmernih temperaturnih razmerah [10].

V preglednici 1 so prikazane lastnosti svilenih in volnenih vlaken, primernih za uporabo v športnih oblačilih.

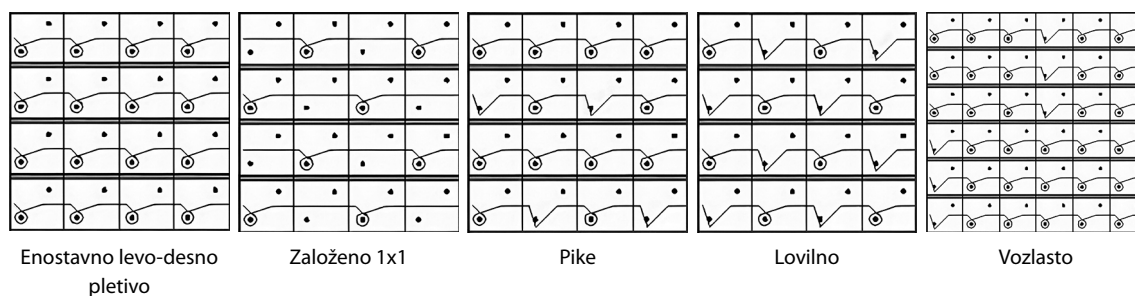
Preglednica 1: Primerjava lastnosti svile in volne [11]

Lastnost	Svila	Volna
Otip in videz	Zelo mehka, gladka, bleščeča, hladna, lepo pade	Topla/hladna, hrapava/gladka, tanka/debela (odvisno od vlaken)
VpijanJe vlage	Dobro	Zelo dobro
Odpornost proti mečkanju	Dobra	Zelo dobra
Trajnost, enostavnost za pranje	Dobro	Slabo
Drgnjenje	Dobro	Dobro
Elastičnost	Zelo dobra	Dobra
Piling	Srednje	Slabo
Elektrostatičnost	Dobro	Dobro
Barvna obstojnost	Dobra	Dobra

2 Eksperimentalni del

Namen eksperimentalnega dela je bil primerjati mehanske, fizikalne in prepustnostne lastnosti pletiv, napletenih v dveh različnih materialih, iz 100-% svilenih in 100-% volne preje. Obe sta imeli dolžinsko maso 30/2 Nm oziroma 70 tex. Napletli smo deset vzorcev,

vsa pletiva so bila izdelana v enaki gostoti in v petih različnih levo-desnih vezavah: enostavno levo-desno pletivo, 1x1 lovilno levo-desno pletivo, pike, lovilno levo-desno pletivo in vozlasto pletivo. Vzornice pletiv so predstavljene na sliki 1. Pletiva so bila izdelana na pletilnem stroju Shima Seiki SES 122 RT, delitve 12 E. Napletli smo jih v okviru predmeta Mehanska funkcionalizacija pletiv v študijskem letu 2024/2025.



Slika 1: Vzornice pletenih struktur

Gostoto pletiva smo določili s štetjem zračnih stolpcev in zračnih vrstic na dolžinsko enoto. Določili smo horizontalno in vertikalno gostoto pletiva na 2 cm. Na vsakem od vzorcev smo opravili po pet meritev. Iz srednjih vrednosti smo po enačbah 1 in 2 izračunali:

$$D = D_h \times D_v \quad (1)$$

$$C = \frac{D_h}{D_v} \quad (2),$$

kjer je D_h horizontalna gostota, D_v vertikalna gostota, D ploskovna gostota pletiva in C koeficient gostote pletiva.

Debelino pletiv smo merili po standardu SIST EN ISO 5084: 1999 [12]. Na vsakem vzorcu smo izvedli deset meritev s površino merilne noge 25 cm² in tlakom 20 cN/cm². Ploščinsko maso smo izmerili po standardu SIST EN 12127:1999 [13]. Za vsak vzorec smo opravili šest meritev.

Pretok zraka smo izmerili na napravi za določanje zračne prepustnosti Air-Tronic B (MESDAN, Italija). Površina merjenja je bila 38 cm², medtem ko je tlak znašal 20 Pa. Rezultate smo podali v litrih/minuto. Na vsakem preizkušancu smo opravili pet meritev. Tlak 100 Pa in tudi površino, kot jo za oblačila predpisuje standard SIST EN ISO 9237: 1999 [14], smo zmanjšali, saj meritve za izbrane vzorce niso bile mogoče.

Toplotno prevodnost smo merili po standardu CAN/CGSB-4.2 No. 70.1-94 [15]. Za preizkušanje toplotne prevodnosti smo uporabili aparat znamke Julabo 200f. Poizkus temelji na prehodu toplote od toplejšega k hladnejšemu bloku. Spodaj je blok s temperaturo 60 °C, zgoraj blok z 20 °C. Vmes so bile tri bakrene plošče, steklena referenčna plošča in preizkušane. Meritev je potekala, dokler se temperatura na vsaki od plošč niso ustalile. Za vsak vzorec smo opravili po dve meritvi. Toplotno prevodnost smo izračunali po enačbi 3:

$$\lambda_x = \lambda_n \times \frac{d_x}{d_n} \times \frac{T_3 - T_2}{T_2 - T_1} \left[\frac{W}{mK} \right] \quad [3]$$

kjer je λ_x toplotna prevodnost preizkušane vzorca pletiva (W/mK), λ_n toplotna prevodnost referenčne steklene plošče ($\lambda_n = 1,0319$ W/mK), d_x debelina preizkušanca (mm), d_n debelina referenčne steklene plošče ($d_n = 4$ mm), T_1 temperatura hladnejše debele bakrene plošče (°C), T_2 temperatura srednje tanke bakrene plošče (°C), T_3 temperatura toplejše debele bakrene plošče (°C).

Natezne lastnosti pletiv smo merili po standardu SIST ISO 13934-1:2013 [16] na dinamometru Instron 5567 (Instron, ZDA). Meritve smo opravili v smeri zračnih vrstic in v smeri zračnih stolpcev. Za vsak vzorec smo zaradi pomanjkanja materiala naredili tri meritve.

Odpornost proti pilingu smo preizkusili na drgalnem aparatu Martindale M235 (SDL International, Velika Britanija) po standardu SIST EN ISO 12945-2 [17]. Kot je navedeno v standardu, smo piling opazovali pri 125, 500, 1000, 2000, 5000 in 7000 ciklih. Na vsakem vzorcu smo izvedli po dve meritvi.

3 Rezultati z razpravo

3.1 Fizikalne lastnosti pletiv

Najprej smo analizirali fizikalne lastnosti pletiv, kot so gostota, debelina in ploščinska masa pletiva. Ugotovili smo, da se gostota pletiva razlikuje glede na izbrano pleteno strukturo in izbrani material, kot je razvidno iz preglednice 2.

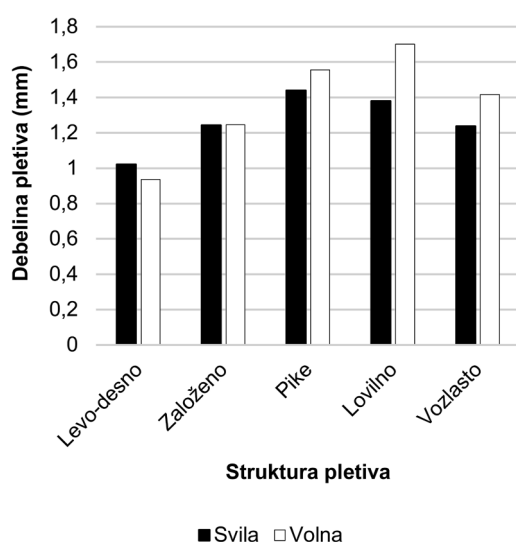
Volnena pletiva imajo tako v horizontalni kot vertikalni smeri večjo gostoto. Še bolj kot material na gostoto pletiva vpliva izbrana struktura pletiva. Največjo horizontalno gostoto imajo pletiva, napletena v vezavi založeno, kar je pričakovano, saj založene niti na hrbtni strani pletiva vplivajo na gostoto pletiva in možnost raztezka ter relaksacije. Najmanjšo horizontalno gostoto imajo pletiva v lovilnih vezavah, pike, lovilno in vozlasto pletivo. Največjo vertikalno gostoto pa imajo enostavna levo-desna pletiva, najmanjšo enako kot horizontalno lovilna pletiva. Tudi pri izračunu ploskovne gostote pletiva D se pokaže, da imajo največ zank na ploskovno enoto enostavna levo-desna pletiva, manj pa lovilna

Preglednica 2: Gostota pletiv

Struktura pletiva	Horizontalna gostota, D_h (stolpci/2 cm)		Vertikalna gostota, D_v (vrstice/2 cm)		Ploskovna gostota, D (zanke/4 cm ²)		Koefficienta gostote pletiva, C	
Levo-desno	13,2	12,6	17,2	16,2	227,04	204,12	0,77	0,78
Založeno	13,8	12,4	14	14,5	193,2	179,8	0,99	0,86
Pike	9,2	10,0	13,8	13,6	126,96	136,0	0,67	0,74
Lovilno	10,0	9,6	12	12,4	120,0	119,04	0,83	0,77
Vozlasto	10,6	11,8	10,2	10	108,12	118	1,04	1,18

pletiva. Pri koefficientu gostote, razmerju med horizontalno in vertikalno gostoto C , pa se pokaže, da ima vozlasto pletivo največji koefficient, najmanjšega pa enostavno levo-desno pletivo.

Analiza debeline kaže, kot je razvidno iz slike 2, da so volnena pletiva kljub enaki dolžinski masi preje debelejša od svilenih. Volnena preja je bolj voluminozna, kar vpliva na debelino. Največjo debelino v obeh materialih dosegajo pletiva z lovilnimi petljami lovilno, pike in vozlasto pletivo. Najmanjša je debelina levo-desnega pletiva, saj je gladko in brez strukturnih posebnosti.

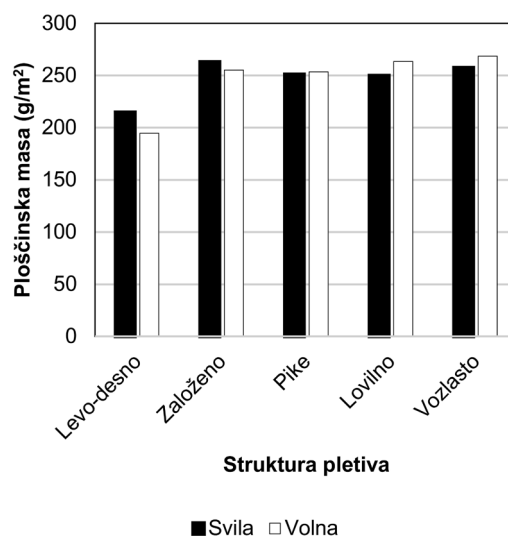


Slika 2: Debelina pletiv

3.2 Prepustnostne lastnosti

Analiza pretoka zraka kaže (slika 4), da imajo volnena pletiva večji zračni pretok oziroma zračno prepustnost kot svilena. Na rezultate vpliva struktura vlaken. Volnena vlakna imajo luskasto površino, lahko so vlakna tudi rahlo valovita in neenakomerna, kar vpliva

Podobni rezultati se kažejo tudi pri analizi ploščinske mase (slika 3). Volnena pletiva imajo večjo ploščinsko maso, kar je tudi posledica večje gostote volnenega pletiva. Najmanjšo ploščinsko maso ima levo-desno pletivo, medtem ko so razlike med drugimi pletenimi strukturami minimalne. Pri lovilnih levo-desnih strukturah prihaja do nalaganja več zank na eno iglo, kar pomeni, da so zanke daljše, strukture pa so bolj odprte in nabrekle. Podobno velja za založeno pletivo, kjer je dodatna nit na hrbtni strani pletiva, kar posledično poveča maso in debelino pletiva.



Slika 3: Ploščinska masa pletiv

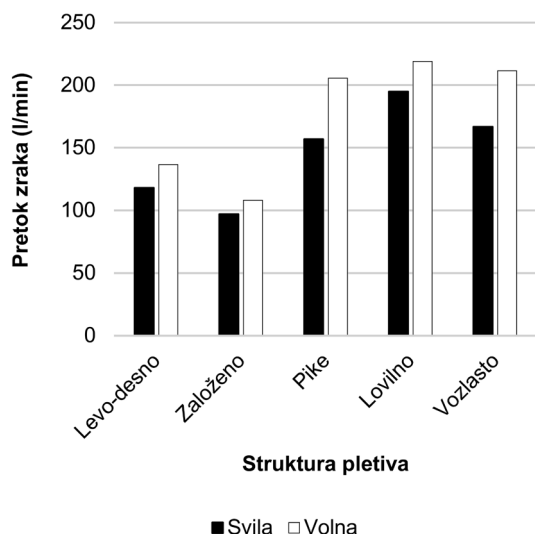
na več mikropor v preji. Volnena preja je v primerjavi s svileno pri isti dolžinski masi tudi bolj voluminozna, medtem ko je svilena gladka. Posledično je bolj voluminozna tudi volneno pletivo, kar pomeni, da je med vlakni več praznega prostora in za zrak več prehodnih poti. Svilena vlakna so gladka, imajo večjo adhezijo,

tvorijo kompaktnjšo prejo in posledično imajo v sami strukturi preje manj mikropor.

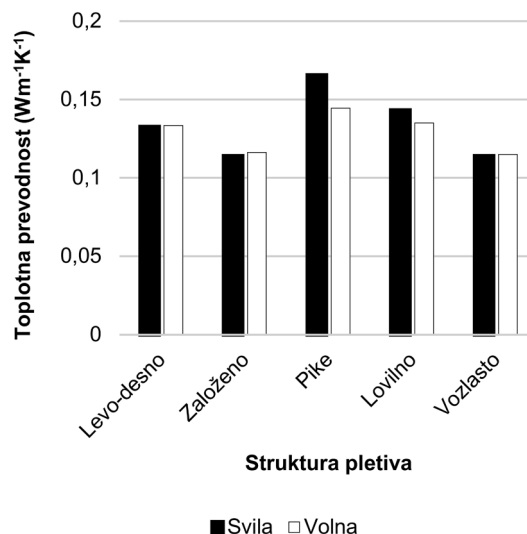
Na pretok zraka vpliva tudi struktura pletiva. Iz analize je razvidno, da imajo pletiva, pletena v strukturah z lovilnimi petljami, večji zračni pretok kot pletiva z enostavno levo-desnimi in založenimi vezavami. Lovilna pletiva imajo zaradi lovilnih petelj bolj odprto, luknjičasto strukturo, kar omogoča večji pretok zraka. Najmanjši pretok zraka imajo založena pletiva, saj imajo na hrbtni strani dodatne založene niti, ki zaprejo strukturo pletiva in povečajo debelino.

Toplotna prevodnost je merilo izolacijske sposobnosti ploskovnih izdelkov. Toplotna izolacija ni odvisna le od specifične toplotne prevodnosti upo-

rabljenega materiala, temveč tudi od volumna zraka, ki je ujet v tekstiliji, kar je odvisno od strukture in debeline materiala [18]. Iz rezultatov, prikazanih na sliki 5, vidimo, da imajo svilena pletiva večjo toplotno prevodnost kot volnena, kar pomeni, da so volnena pletiva bolj izolativna kot svilena. Razlogi so v strukturi volnenih vlaken in preje. Svilena vlakna in preja so gladki in enakomerni in imajo v svoji strukturi manj mikropor ter zato vsebujejo manj ujetega zraka, ki je toplotni izolator. Iz rezultatov razberemo tudi, da je založeno pletivo najbolj toplotno izolativno, ima namreč najmanjšo toplotno prevodnost. Pletiva, ki imajo v strukturi lovilne petlje, imajo večjo toplotno prevodnost, največjo toplotno prevodnost pa imajo svilena pletiva v vezavi pike.



Slika 4: Prepustnost zraka pletiv



Slika 5: Toplotna prevodnost pletiv

3.3 Natezne lastnosti

Rezultati analize pretržnih lastnosti pletiva potrjujejo, da svilena pletiva dosegajo visoke vrednosti pretržne sile (slika 6), tako vzdolžno (stolpci) kot prečno (vrstice). Na splošno so vrednosti pretržne sile v vzdolžni smeri višje, kar je pričakovano glede na geometrijo zanke: v vzdolžni smeri natežno obremenitev prenašata oba kraka zanke, medtem ko je v prečni smeri aktiven le en krak.

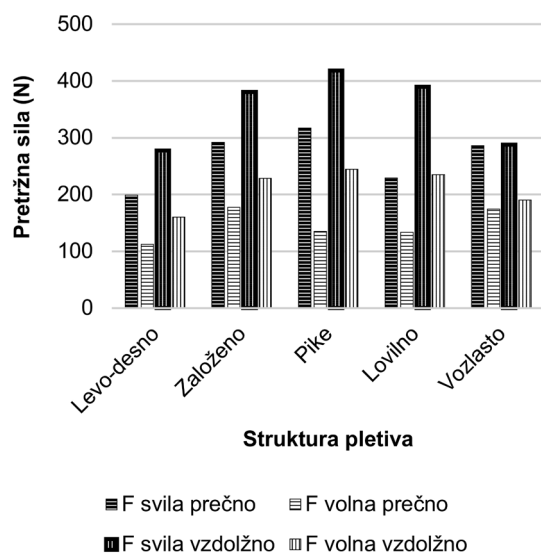
Najvišje pretržne sile v obeh smereh so izkazala pletiva v vezavi pike. Pri teh strukturah pravilno razporejene lovilne niti učinkovito prevzemajo in

enakomerno prenašajo natezne obremenitve, kar se odraža v večji odpornosti na pretrg. Najnižje vrednosti pretržne sile so bile izmerjene pri pletivih v enostavni levo-desni vezavi, kjer zaradi odsotnosti dodatnih lovilnih ali založenih niti kraki zanke niso podvojeni, kar zmanjša njihovo sposobnost prenašanja natezne sile.

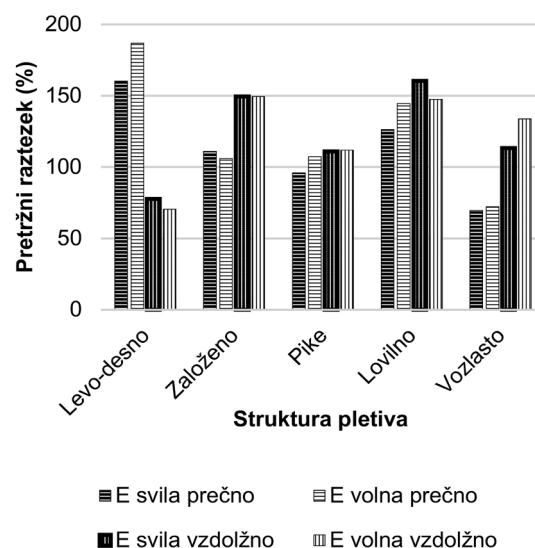
Analiza pretržnega raztezka (slika 7) kaže, da med svilenimi in volnenimi pletivi ni bistvenih razlik, kar pomeni, da vrsta preje v tem primeru ni ključni dejavnik. Pretržni raztezek je v večji meri odvisen od izbrane pletilske strukture in razporeditve zank.

Največji pretržni raztezek v prečni smeri so izkazala pletiva v enostavni levo-desni vezavi, kar je skladno s pričakovanji. Pri založenih pletivih je razvidno, da založene niti pomembno vplivajo na pretržni raztezek, saj je pretržni raztezek v prečni

smeri izrazito manjši kot v vzdolžni, ker dodatne založene niti omejujejo deformacijo zank, medtem ko v vzdolžni smeri teh omejitev ni. Lovilna pletiva imajo raztezek v prečni in vzdolžni smeri približno enak.



Slika 6: Pretržna sila pletiv



Slika 7: Pretržni raztezek pletiv

3.4 Odpornost proti pilingu

Pletiva se med uporabo obrabljajo. Eden najpogostejše spremljanih kazalnikov površinske obrabe je piling, pri katerem se na površini materiala pojavijo majhni skupki vlaken. Ti nastanejo zaradi izstopanja, drgnjenja in zapletanja prostih ali delno poškodovanih vlaken iz strukture pletiva oziroma tkanine. Tako je piling pomemben kazalec površinske stabilnosti in odpornosti tekstilnega materiala med nošenjem in vzdrževanjem.

Analiza odpornosti proti pilingu pri 7000 ob-

ratih (preglednica 3) je pokazala jasne razlike med svilenimi in volnenimi pletivi. Volnena so bila manj odporna proti pilingu, saj je bila pri večini vzorcev na površini pletiva opažena zmerna tvorba kroglic (ocene 3). Nasprotno so svilena pletiva dosegla povprečno oceno 4, kar pomeni, da so bila na površini prisotna le posamezna izvlečena vlakna in minimalen, komaj opazen piling. Volnena pletiva so bolj nagnjena k pilingu zaradi svoje strukture in štrlečih vlaken ter lusaste površine vlaken, medtem ko so svilena vlakna gladka in manj nagnjena k mehanskemu zapletanju.

Preglednica 3: Piling pletiv

Surovinska sestava	Pletivo				
	Levo-desno	Založeno	Pike	Lovilno	Vozlasto
Svila	3	4	4	4	4
Volna	3	3	3	3	4

4 Sklep

Analiza fizikalnih, mehanskih in udobnostnih lastnosti je pokazala, da na obnašanje pletiv odločilno vplivata tako izbrani material kot struktura pletiva. Volnena pletiva so zaradi svoje voluminoznosti debelejša, imajo večjo ploščinsko maso in večjo zračno prepustnost, saj struktura volnenih vlaken prepušča več zraka. Poleg tega so volnena pletiva zaradi večje vsebnosti ujetega zraka tudi bolj toplotno izolativna, imajo manjšo toplotno prevodnost. Svileni pletiva so bolj gladka, bolj kompaktna in imajo višjo toplotno prevodnost, zato dajejo nižjo stopnjo izolacije.

Mehanske lastnosti kažejo, da svileni pletiva dosega višje vrednosti pretržne sile. Uporabljeni material bistveno ne vpliva na pretržni raztezek, pomembnejša je struktura pletiva. Pri analizi odpornosti proti pilingu dajejo volnena pletiva slabše rezultate zaradi bolj kosmate površine, medtem ko je površina svile gladka in manj nagnjena k zapletanju vlaken.

Na podlagi opravljenih analiz lahko povzamemo, da so volnena pletiva primernejša za športna oblačila, saj so dosegla boljše rezultate pri zračni prepustnosti in toplotni prevodnosti, so toplotno bolj izolativna, kar je ključnega pomena pri športnih aktivnostih. Svileni pletiva so zaradi mehkebe in koži prijaznih lastnosti primerna predvsem za nižje intenzivne vadbe, niso pa optimalna za zahtevnejše športne pogoje.

Zahvala

Avtorica se iskreno zahvaljuje študentkam magistrskega študija Načrtovanje tekstilij in oblačil – Ljubici Bekjarovi, Ani Petrovič, Niki Požnenel, Ivi Primožič in Zali Žagar – za skrbno izvedbo meritev v okviru seminarja in vaj pri predmetu Mehanska funkcionalizacija tekstilij. Njihovo natančno opravljeno delo sta pomembno prispevala k uspešni izvedbi raziskave.

Raziskava je bila izvedena v okviru velikega interdisciplinarnega projekta Univerze v Ljubljani z naslovom Nova evropska svila (NES).

Viri

1. Cook, J. G. (1993). *Handbook of textile fibres*. Merrow.
2. History of silk. (2026, February 20). *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_silk
3. The history of silk. (n.d.). *JRB Silk Fabrics*. Retrieved February 22, 2026, from <https://www.jrbsilks.com/history-of-silk>
4. Hose, socks & garters for medieval women. (n.d.). *Rosalie's Medieval Woman*. Retrieved February 22, 2026, from <https://rosaliegilbert.com/hose.html>
5. History of the wool trade. (n.d.). *Historic UK*. Retrieved February 22, 2026, from <https://www.historic-uk.com/HistoryUK/HistoryofEngland/Wool-Trade/>
6. Islam, T., Hossain, M. M., & Covington, S. (2025). Natural fibers towards fashion sustainability: A review of raw materials, production, application, and perspective. *Journal of Natural Fibers*, 22(1), 2462218. <https://doi.org/10.1080/15440478.2025.2462218>
7. Hu, J., Irfan Iqbal, M., & Sun, F. (2020). Wool can be cool: Water-actuating woolen knitwear for both hot and cold. *Advanced Functional Materials*, 30(51), 2005033. <https://doi.org/10.1002/adfm.202005033>
8. Zupin, Ž., Petrov, A., Salopek Čubrić, I., Čubrić, G., & Potočić Matković, V. M. (2026). Održivi dizajn pletiva: Analiza utjecaja projektiranih struktura na funkcionalna svojstva. In 18. znanstveno-stručno savjetovanje *Tekstilna znanost i gospodarstvo TZG 2026. Knjiga sažetaka* (p. 30). Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet. <https://api.ttf.hr/documents/jvRcbdRKIKqEKZwQFbwePTmv3scmgzUnN-L45AOeQzTnQiMsjo72UDzPn6vYa/book-of-abstracts-tzg-2026.pdf>
9. How wool excels at sports: The thermoregulation advantage. (n.d.). *IWTO*. Retrieved February 23, 2026, from <https://iwto.org/how-wool-excels-at-sports-the-thermoregulation-advantage/>

10. Is silk a good choice for activewear. (n.d.). *Pandasilk*. Retrieved February 23, 2026, from <https://www.pandasilk.com/is-silk-a-good-choice-for-activewear/>
11. Allen, T., Alderson, A., Godfrey, A., Knudson, D., Webster, J., & Seo, K. (Eds.). (2025). *Routledge handbook of sports technology and engineering* (2nd ed.). Routledge. <https://books.google.si/books?id=AmqNEQAAQBAJ>
12. Slovenski inštitut za standardizacijo. (1999). *Tekstilije – Ugotavljanje debeline tekstilij* (SIST EN ISO 5084:1999).
13. Slovenski inštitut za standardizacijo. (1999). *Tekstilije – Ploskovne tekstilije – Ugotavljanje ploščinske mase majhnih preizkušancev* (SIST EN 12127:1999).
14. Slovenski inštitut za standardizacijo. (1999). *Tekstilije – Ugotavljanje zračne prepustnosti tekstilij* (SIST EN ISO 9237:1999).
15. Canadian General Standards Board. (1994). *Textile test methods: Thermal insulation performance of textile materials* (CAN/CGSB-4.2 No. 70.1-94).
16. Slovenski inštitut za standardizacijo. (2013). *Natezne lastnosti ploskovnih tekstilij – 1. del: Ugotavljanje največje pretržne sile in pretržnega raztezka trakastega preizkušanca z metodo upognjenega traka* (SIST ISO 13934-1:2013).
17. Slovenski inštitut za standardizacijo. (2021). *Obstojnost proti razvaljkanju in pilingu* (SIST EN ISO 12945-2:2021).
18. Možina, K., & Demšar, A. (2022). *Mehanske temeljne preiskave: Vaje*. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo.