

tekstilec

Priloga 2/2025 • vol. 68 • SI109–SI200

ISSN 0351-3386 (tiskano / printed)

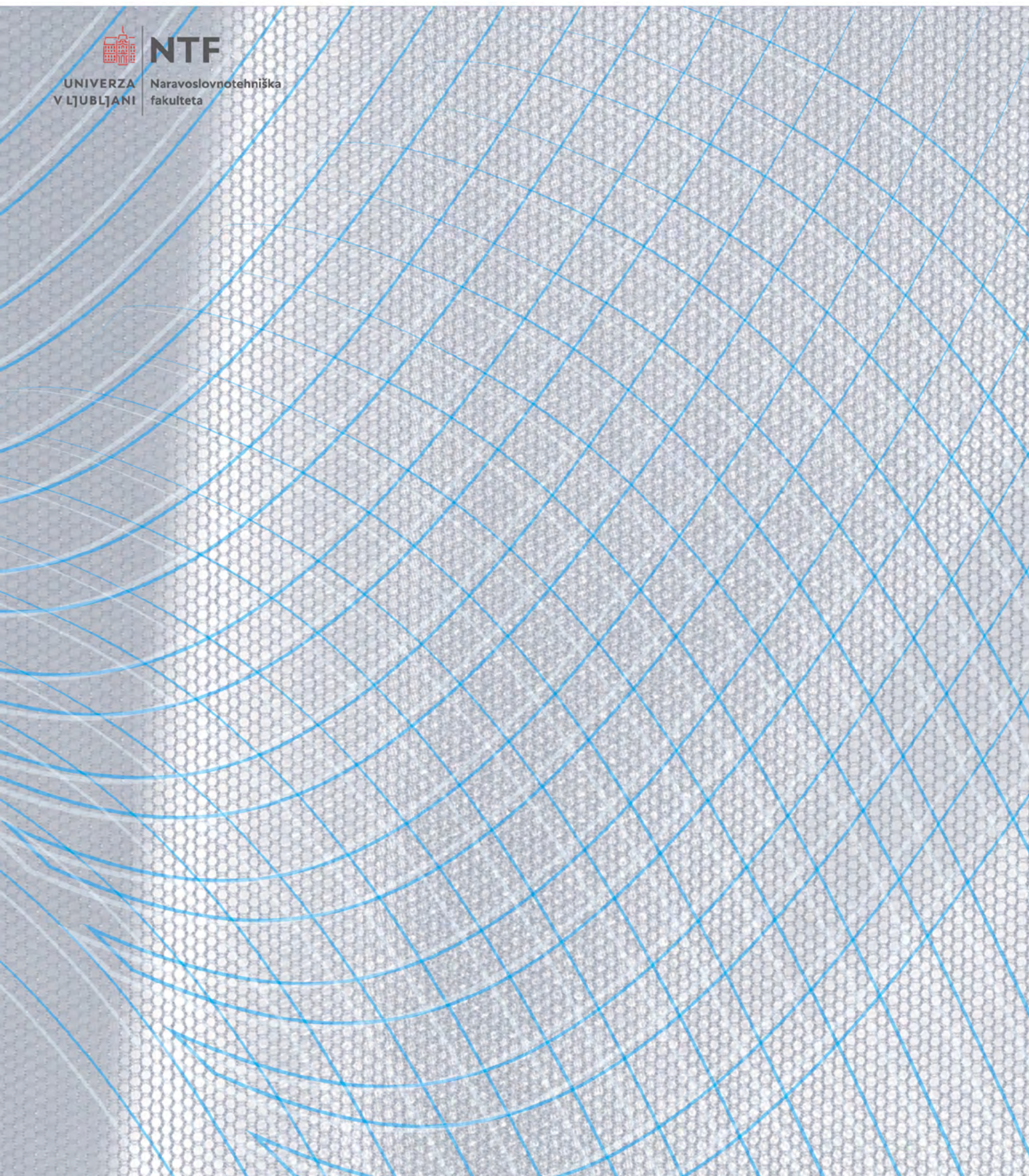
UDK 677 + 687 (05)



UNIVERZA
V LJUBLJANI

NTF

Naravoslovnotehniška
fakulteta





Časopisni svet/*Publishing Council*
Barbara Simončič, predsednica/*President*
Katja Burger Kovič, Univerza v Ljubljani
Manja Kurečič, Univerza v Mariboru
Tatjana Kreže, Univerza v Mariboru
Gašper Lesjak, Predilnica Litija, d. o. o.
Nataša Peršuh, Univerza v Ljubljani
Petra Prebil Bašin, Gospodarska zbornica Slovenije
Melita Rebič, Odeja, d. o. o.
Tatjana Rijavec, Univerza v Ljubljani
Simona Strnad, Maribor, SI
Helena Zidarič Kožar, Lisca d. o. o.
Vera Žlabravec, Predilnica Litija, d. o. o.

Glavna in odgovorna urednica/
Editor-in-Chief
Tatjana Rijavec

Namestnica glavne in odgovorne urednice/
Assistant Editor
Tatjana Kreže

Področni uredniki/*Associate Editors*
Matejka Bizjak, **Katja Burger**, **Andrej Demšar**,
Mateja Kos Koklič, **Alenka Pavko Čuden**,
Andreja Rudolf, **Barbara Simončič**, **Dunja Šajn Gorjanc**, **Sonja Šterman**, **Brigita Tomšič**

Izvršna urednica za podatkovne baze/
Executive Editor for Databases
Irena Sajovic

Urednica strokovne priloge/*Editor of the professional supplement*
Tatjana Rijavec

Mednarodni uredniški odbor/
International Editorial Board
Matej Bračič, Maribor, SI
Snježana Brnada, Zagreb, HR
Andrea Ehrmann, Bielefeld, DE
Petra Forte Tavčer, Ljubljana, SI
Jelka Geršak, Maribor, SI
Marija Gorjanc, Ljubljana, SI
Lubos Hes, Moka, MU
Aleš Hladnik, Ljubljana, SI
Svetlana Janjić, Banja Luka, BA
Mateja Kert, Ljubljana, SI
Dragana Kopitar, Zagreb, HR
Yordan Kostadinov Kyoshev, Dresden, DE
Petra Komarkova, Liberec, CZ
Mateja Kos Koklič, Ljubljana, SI
Mirjana Kostić, Beograd, RS
Manja Kurečič, Maribor, SI
Boris Mahltig, Niederrhein, DE
Subhankar Maity, Kanpur, IN
Małgorzata Matusiak, Łódź, PL
Ida Nuramdhani, Bandung, ID
Alenka Ojstršek, Maribor, SI
Roshan Paul, Aachen, DE
Tanja Pušić, Zagreb, HR
Ivana Salopek Čubrić, Zagreb, HR
Snežana Stanković, Beograd, RS
Jovan Stepanović, Leskovac, RS
Dunja Šajn Gorjanc, Ljubljana, SI
Mohammad Tajul Islam, Dhaka, BD
Antoneta Tomljenović, Zagreb, HR

tekstilec (ISSN: 0351-3386 tiskano, 2350-3696 elektronsko) je znanstvena revija, ki podaja temeljne in aplikativne znanstvene informacije v fizikalni, kemijski in tehnološki znanosti, vezani na tekstilno in oblačilno tehnologijo, oblikovanje in trženje tekstilij in oblačil. V prilogah so v slovenskem jeziku objavljeni strokovni članki in prispevki o novostih v tekstilni tehnologiji iz Slovenije in sveta, prispevki s področja oblikovanja tekstilij in oblačil, informacije o raziskovalnih projektih ipd.

tekstilec (ISSN: 0351-3386 printed, 2350-3696 online) the scientific journal gives fundamental and applied scientific information in the physical, chemical and engineering sciences related to the textile and clothing industry, design and marketing. In the appendices written in Slovene language, are published technical and short articles about the textile-technology novelties from Slovenia and the world, articles on textile and clothing design,

information about research projects etc.



Dosegljivo na svetovnem spletu/*Available Online at*
<https://journals.uni-lj.si/tekstilec>

Tekstilec je indeksiran v naslednjih bazah/*Tekstilec* is indexed in
Emerging Sources Citation Index – ESCI (by Clarivate Analytics):
Journal Impact Factor (JIF) for 2024 = 1
Journal Citation Indicator (JCI) for 2024 = 0.27
Category Quartile for 2024 : Q3

Leiden University's Center for Science & Technology Studies:
Source-Normalized Impact per Paper (SNIP) for 2024 = 0.650
SCOPUS/Elsevier:

Q3, SJR for 2024 = 0.28
Cite Score for 2024 = 1.7
H Index for 2024 = 16

Ei Compendex

DOAJ

WTI Frankfurt/TEMA Technology and Management/TOGA* Textile Database*

World Textiles/EBSCO Information Services

Textile Technology Complete/EBSCO Information Services

Textile Technology Index/EBSCO Information Services

Chemical Abstracts/ACS

ULRICHWEB – global serials directory

LIBRARY OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF LODZ

dLIB

SICRIS: 1A3 (Z, A; A1/2); Scopus (d)

tekstilec

Ustanovitelj / Founded by

- Zveza inženirjev in tehnikov tekstilcev Slovenije /
Association of Slovene Textile Engineers and Technicians
- Gospodarska zbornica Slovenije – Združenje za tekstilno,
oblačilno in usnjarsko predelovalno industrijo /
*Chamber of Commerce and Industry of Slovenia – Textiles,
Clothing and Leather Processing Association*

Revijo sofinancirajo / Journal is Financially Supported

- Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike
Slovenije / *Slovenian Research and Innovation Agency*
- Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta /
University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering
- Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo /
University of Maribor, Faculty for Mechanical Engineering

Sponzor / Sponsor

Predilnica Litija, d. o. o.

Izdajatelj / Publisher

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta /
University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering

Revija Tekstilec izhaja šestkrat letno (štirje
znanstveni zvezki in dve strokovni prilogi) /
*Journal Tekstilec appears six times a year (four
scientific issues and two professional supplements)*

Revija Tekstilec izhaja pod okriljem Založbe Univerze v Ljubljani /
The journal Tekstilec is published by the University of Ljubljana Press

Revija je pri Ministrstvu za kulturo vpisana v
razvid medijev pod številko 583.
Letna naročnina za člane Društev inženirjev in
tehnikov tekstilcev je vključena v članarino.
Letna naročnina za posameznike 38 € za
- študente 22 €
- za mala podjetja 90 € za velika podjetja 180 €
- za tujino 110 €

Cena posamezne številke 10 €

Na podlagi Zakona o davku na dodano vrednost
sodi revija Tekstilec med proizvode, od katerih se
obračunava DDV po stopnji 5 %.

Imetnik računa / *Account holder:*
Univerza v Ljubljani,
Naravoslovnotehniška fakulteta, Askerčeva 12,
1000 Ljubljana, SI-Slovenija
Transakcijski račun / *Bank Account:*
SI56 01100-6030708186, Banka Slovenije,
Slovenska 35, 1000 Ljubljana, SI-Slovenija
SWIFT / SWIFT Code: BSLJSI2X

Naslov uredništva / Editorial Office Address:

Uredništvo Tekstilec, Snežniška 5, SI-1000 Ljubljana
Tel. / *Tel.:* + 386 1 200 32 00, +386 1 200 32 24
Faks / *Fax:* + 386 1 200 32 70
E-pošta / *E-mail:* revija.tekstilec@ntf.uni-lj.si
Spletni naslov / *Internet page:* <https://journals.uni-lj.si/tekstilec>;
http://www.tekstilec.si/?page_id=266

Lektor za slovenščino / Slovenian Language Editor

Milojka Mansoor
Lektor za angleščino / *English Language Editor*
Glen Champagne, Barbara Luštek Preskar

Oblikovanje platnice / Design of the Cover

Tanja Nuša Kočevar
Oblikovanje / *Design* ENOOKI Kraft, Mitja Knapič s.p.

Tisk / Printed by

DEMAT d.o.o.

Revija Tekstilec objavlja članke in prispevke v skladu z načeli odprtega dostopa pod
pogoji licence Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY
4.0). Uporabnikom je dovoljeno nekomercialno in komercialno reproduciranje,
distribuiranje, dajanje v najem, javna priobčitev in predelava avtorskega dela, pod
pogojem, da navedejo avtorja izvirnega dela.

STROKOVNI ČLANKI **SI 112**

Andrej Demšar
Svetovni trg svile
Global Silk Market

SI 121

Petra Forte Tavčer
Degumiranje svile
Silk Degumming

SI 127

Barbara Simončič, Brigita Tomšič
Trajnostna kemijska apretura svile z navdihom iz narave
Sustainable Chemical Finishing of Silk Inspired by Nature

SI 139

Klara Kostajnshek, Ljubica Bekjarova, Ana Petrović, Zala Žagar, Nika Poženeš, Ivi Primožič, Iskra Stojchevska, Matejka Bizjak
Tkanje svilenih žakarskih tkanin z različnimi uporabnimi lastnostmi
Weaving Silk Jacquard Fabrics with Various Useful Properties

SI 149

Živa Zupin
Primerjava lastnosti svilenih in volnenih pletiv za športna oblačila
Comparison of Silk and Wool Knitted Fabrics for Sportswear

SI 158

Mateja Kert
Barvanje in tiskanje svilene tkanine s tržnimi naravnimi barvili za izdelavo barvnih kart
Dyeing and Printing of Silk Fabric with Commercial Natural Dyes for Colour Cards Design

RAZSTAVE **SI 165**

Marija Jenko
Svila – material in metafora v ustvarjalnem procesu

SI 170

Arijana Gadžijev
Preobrazbe

STROKOVNI ČLANEK

SI 172

Marika Gönc, Boris Beja
Od balkanskih motivov do sodobnih grafičnih in tekstilnih objektov v javnem prostoru

SI 186

From Balkan Motifs to Contemporary Graphic and Textile Objects in Public Space

SI 200

Nove predavalnice, laboratoriji in učilnice
Delo, 7. maj 1960 (Vir: dLib)

Andrej Demšar

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

Svetovni trg svile

Global Silk Market

Strokovni članek/Professional article

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

Korespondenčni avtor/Corresponding author:

prof. dr. Andrej Demšar

E-pošta: andrej.demsar@ntf.uni-lj.si

ORCID iD: 0000-0001-5569-4554

Izvleček

Prispevek ponuja celovit pregled svetovnega, evropskega in slovenskega trga svile ter izpostavlja ključne trende, izzive in priložnosti v tej niši, a strateško pomembni panogi. Svetovna poraba svile obsega manj kot 0,15 % celotne porabe tekstilnih vlaken, pri čemer več kot 90 % svile prihaja iz Azije. Kitajska in Indija sta vodilni proizvajalki, medtem ko Japonska postopoma krepi svojo prisotnost. Svila ima pomembno vlogo v luksuzni modi, zaradi svojih hipoalergenih in biokompatibilnih lastnosti pa se čedalje več uporablja tudi v kozmetiki in medicini. Na svetovnem trgu prevladujejo štiri glavne vrste svile: prava svila (Mulberry), divja svila ali tussah, eri in muga, vsaka s svojimi edinstvenimi značilnostmi in regionalnim pomenom. Po napovedih naj bi trg svile do leta 2032 rasel po letni stopnji 9,1 %, kar bi pomenilo skupno vrednost 30 milijard evrov. Med glavnimi dejavniki rasti so trajnostna moda, ekološka ozaveščenost, večje povpraševanje po luksuznih izdelkih, inovacije v biomaterialih in vladna podpora domači proizvodnji. Trajnostni trendi, razvoj pametnih tekstilij in širitev uporabe svile v medicinske in kozmetične namene bodo v prihodnjih letih pomembno vplivali na rast trga. Evropa se sooča z visoko ceno svile, a majhno proizvodnjo in porabo, kar pomeni veliko odvisnost od uvoza. Tradicionalno sta Francija in Italija vodilne evropske proizvajalki, vendar je proizvodnja omejena na manjše obrate in trajnostne projekte. EU si prizadeva za oživitve svilogojstva z ekološkimi pristopi in lokalnimi pobudami. V Sloveniji se dejavnost ponovno prebuja, predvsem prek raziskovalnih projektov, lokalnih pobud in interdisciplinarnega sodelovanja. Zaradi trenutnih gospodarskih in zakonodajnih razmer je proizvodnja smiselna predvsem za izdelke z visoko dodano vrednostjo. Če bi se zakonodaja prilagodila v korist lokalne proizvodnje, bi bila širitev dejavnosti v Sloveniji in Evropi realna možnost.

Ključne besede: tekstilije, naravna vlakna, beljakovinska vlakna, fibroin, svilogojstvo

Abstract

The article offers a comprehensive overview of the global, European and Slovenian silk markets, and highlights key trends, challenges and opportunities in this niche yet important industry. Global silk consumption accounts for less than 0.15% of total textile fibre consumption, with over 90% of silk produced in Asia. China and India are the leading producers, while Japan is gradually strengthening its presence. Silk plays a significant role in luxury fashion and is increasingly used in cosmetics and medicine due to its hypoallergenic and biocompatible properties. The global market is dominated by four main types of silk: silk extruded by the silkworm *Bombyx mori*, tasar, eri, and muga, each with unique characteristics and regional significance. Forecasts suggest that



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.

the silk market will grow at an annual rate of 9.1%, reaching a total value of €30 billion by 2032. Key drivers of market growth include sustainable fashion, increased environmental awareness, rising demand for luxury goods, innovations in biomaterials and government support for domestic production. Sustainability trends, the development of smart textiles and the expanding use of silk in medical and cosmetic applications are expected to shape the market in the coming years. Europe faces high silk prices but low production and consumption, resulting in a strong dependence on imports. Traditionally, France and Italy have been the leading European producers, though production is limited to small-scale operations and sustainability-focused projects. The EU is working to revive sericulture through ecological approaches and local initiatives. In Slovenia, the industry is experiencing a revival, primarily through research projects, local initiatives and interdisciplinary collaboration. Given the current economic and legislative conditions, production is viable primarily for high value-added products. If European and domestic policies shift in favour of local production, the expansion of silk-related activities in Slovenia and across Europe could become a realistic prospect.

Keywords: textiles, natural fibres, protein fibres, fibroin, sericulture

1 Uvod

Svila je naravno proteinsko vlakno, ki ga proizvajajo ličinke sviloprejk med izdelavo kokonov. Zgodovinsko lahko uvrstimo začetek uporabe svilenih niti oziroma vlaken na Kitajsko v čas pred približno 5000 leti. Zaradi svojega sijaja, trdnosti in gladke teksture je svila že stoletja cenjena v tekstilni in oblačilni industriji. Svetovni trg svile je danes dinamična in hkrati zelo specializirana panoga, ki združuje tradicijo, inovacije in trajnostne prakse. Čeprav ima svila le majhen delež v svetovni porabi tekstilnih vlaken, ostaja eden najprestižnejših materialov z visoko dodano vrednostjo. Njena uporaba se razteza od luksuzne mode do kozmetike, notranjega oblikovanja in celo medicinskih aplikacij.

V zadnjem desetletju se trg svile spreminja pod vplivom globalnih trendov, kot so ekološka ozaveščenost, razvoj pametnih tekstilij in rast povpraševanja po trajnostnih izdelkih. Azijske države, zlasti Kitajska in Indija, še naprej obvladujejo večino svetovne proizvodnje, medtem ko se Evropa sooča z izzivi visoke cene, majhne proizvodnje in uvozne odvisnosti.

Pričujoči prispevek temelji na mednarodni študiji »Global Silk Market – Industry Trends and Forecast to 2032«, ki jo je pripravilo podjetje Data Bridge Market Research [1]. Namen prispevka je predstaviti ključne značilnosti svetovnega in evropskega trga

svile, analizirati najpomembnejše akterje, vrste svile ter opozoriti na možnosti za razvoj lokalne proizvodnje v Evropi oziroma Sloveniji.

2 Svetovni trg svile

Letna svetovna poraba vseh vrst tekstilnih vlaken znaša približno 110 milijonov ton. Največji delež ima poliester (okoli 57 %), sledi mu bombaž z okoli 22 %. Naravnih vlaken je približno 30 milijonov ton, kar je manj kot tretjina celotne porabe tekstilnih vlaken [1–5].

Poraba svile na svetovni ravni znaša med 100.000 in 150.000 ton na leto, kar je manj kot 0,15 % celotne porabe tekstilnih vlaken. Več kot 90 % svile se proizvaja v Aziji, pri čemer Kitajska in Indija vodita kot največji proizvajalki. Kljub majhnemu tržnemu deležu ima svila pomembno vlogo v luksuzni modi ter vse bolj tudi v kozmetiki in medicini. Zaradi visoke cene in zahtevne, količinsko omejene proizvodnje ostaja svila nišni tekstilni material, pri katerem ni pričakovati bistvenega povečanja deleža v skupni porabi vlaken.

Največji trg svile je Kitajska, sledijo ji Indija, Italija, Japonska in Francija (glej preglednico 1). Kitajska in Indija skupaj proizvedeta več kot 90 % svetovne svile, kar vpliva tudi na visoko raven domače porabe. Evropske države, kot sta Italija in Francija, svilo večinoma uvažajo in jo predelujejo v luksuzne izdelke.

Delež svetovne porabe svile po regijah, napoved za leto 2032 in pričakovana rast so predstavljeni v preglednici 2. Poraba svile je v zadnjih desetletjih

razmeroma stabilna, vendar bi se lahko zaradi naraščajočega zanimanja za trajnostno in naravno modo v prihodnje zmerno povečala [1–5].

Preglednica 1: Svetovna poraba svile po državah [1–5]

Država	Ocenjena letna poraba svile (t)	Delež (%)	Opombe
Kitajska	~ 90.000	~ 75	Največja proizvajalka in porabnica svile
Indija	~ 30.000	~ 25	Druga največja proizvajalka in porabnica
Italija	~ 7000	~ 5,8	Glavna evropska predelovalka svile
Japonska	~ 5000	~ 4,2	Tradicionalna uporaba v kimonoindustriji
Francija	~ 3000	~ 2,5	Luksuzna moda, tekstilna dediščina
ZDA	~ 2000	~ 1,7	Uvoznik svile za modno industrijo
Brazilija	~ 1500	~ 1,2	Proizvodnja in domača poraba
Tajska	~ 1000	~ 0,8	Tradicionalna proizvodnja svile

Opomba: Skupni odstotki presegajo 100 %, ker Kitajska in Indija skupaj proizvedeta in porabita večino svile, medtem ko druge države večinoma uvažajo in predelujejo manjše količine. Ocene se lahko prekrivajo zaradi izvoza in domače predelave.

Preglednica 2: Delež svetovne porabe svile po regijah za leto 2024, napoved za leto 2032 in predvidena letna rast [1–5]

Regija	Delež 2024 (%)	Delež 2032 (%)	Letna rast
Azija-Pacifik	48,41	50,38	9,7
Evropa	23,11	22,70	8,9
Severna Amerika	18,25	17,50	8,5
Južna Amerika	7,09	6,59	8,1
Bližnji vzhod/Afrika	3,14	2,82	7,7

Vrednost svetovnega trga svile je ocenjena na približno 15 do 20 milijard evrov na leto. Ocena vključuje surovo svilo, predelano svilo (tkanine, preje) ter končne izdelke, kot so oblačila in drugi svileni izdelki. Po napovedih naj bi trg do leta 2032 rasel po letni stopnji 9,1 % in dosegel skupno vrednost 30 milijard evrov. Regija Azija–Pacifik ostaja vodilna, predvsem zaradi Kitajske in Indije kot največjih proizvajalk [1–5].

Svetovni trg svile se segmentira po devetih kriterijih: vrsti svile, tipu izdelka, teži, številu niti, državi izvora, uporabljenem materialu, proizvodnem procesu, končnem uporabniku in distribucijskem kanalu.

Standard SIST ISO 6938 opredeljuje pravo svilo kot izločino udomačene sviloprejke *B. mori*, izločine drugih sviloprek pa opredeljuje kot divjo svilo, in sicer:

- tussah so izločine različnih divjih gosenic sviloprek: *Antheraea mylitta*, *Antheraea pernyi*, *Antheraea yama-may*, *Antheraea roylei*, *Antheraea proylei*,
- muga je izločina gosenice delno udomačene sviloprejke *Antheraea assamensis*,
- eria je izločina divje gosenice sviloprejke *Phylosamia cynthia* in udomačene gosenice *Phylosamia ricini*,
- Anafe je izločina različnih divjih afriških gosenic sviloprejke *Anaphe*, ki se zapredajo v skupinah.

Med glavnimi vrstami izstopajo prava svila, poimenovana tudi svila Mulberry, ter divje svile tussah, eria in muga, ki imajo na svetovnih trgih vsaka svoje edinstvene značilnosti in regionalni pomen (glej preglednico 3).

Preglednica 3: Najpomembnejše vrste svile z najpomembnejšimi značilnostmi [1–5]

Vrsta svile	Izvor	Lastnosti	Uporaba	Tržni delež (%)
Prava svila (Mulberry)	Gosenice vrste <i>Bombyx mori</i>	Najmehkejša, najbolj sijoča, enakomerna vlakna	Oblačila, posteljina, luksuzni tekstilni izdelki	~ 68
Svila tussah	Divje sviloprejke v Indiji	Groba tekstura, zlati odtenek	Sari, dekorativni tekstil	~ 15
Svila eria (veganska svila)	Gosenice <i>Phylosamia Cynthia</i> , <i>Phylosamia Ricini</i>	Mehka, topla, mat videz	Etična, trajnostna oblačila	~ 10
Svila muga	Gosenice <i>Anteraea assamensis</i>	Zelo trpežna, naravno zlata barva	Tradicionalna oblačila, luksuzni izdelki	~ 7

Glede na področje uporabe se trg svile deli na tekstilno industrijo (predvsem oblačila in posteljino), kozmetiko (kreme, losjoni, mila), medicino in druge specializirane aplikacije. Več kot 80 % svetovne porabe svile je namenjene tekstilni industriji, medtem

ko se preostanek uporablja v kozmetiki, medicini in drugih nišnih segmentih (glej preglednico 4).

Trg se hitro razvija, saj se svila vse pogosteje uporablja tudi v visokotehnoloških in trajnostnih rešitvah, kot so biomedicinski materiali, pametni tekstil itd.

Preglednica 4: področja uporabe svile

Področje uporabe	Delež svetovne porabe (%)	Opis uporabe
Tekstil in oblačila	80–85	Luksuzna moda, dodatki, notranja oprema, tradicionalna oblačila
Kozmetika in osebna nega	5–7	Sericin v kremah, maskah, šamponih, izdelkih za nego kože in las
Medicina in farmacija	3–5	Fibroin v oblogah za rane, tkivnem inženiringu, dostavi zdravil, kirurške niti
Drugo (biotehnologija, elektronika, umetnost)	2–5	Pametni tekstili, bioelektronika, dekorativna raba, raziskave

Tekstilna industrija ostaja največji porabnik svile, zlasti v azijskih državah, kjer je povpraševanje po tradicionalnih in luksuznih oblačilih največje. Kozmetični segment se povečuje predvsem zaradi naravnih lastnosti sericina – proteina, ki deluje kot vlažilec in antioksidant. Medicinska uporaba svile se širi z razvojem svilenih biomaterialov, ki se uporabljajo za regeneracijo tkiv, obloge za rane, kirurške niti in druge terapevtske namene. Pametni tekstili in biotehnologija odpirajo nove tržne niše, kjer je svila funkcionalni material z visoko dodano vrednostjo.

Povpraševanje po svili narašča predvsem v segmentu trajnostne mode, saj gre za naravno, biorazgradljivo vlakno z nizkim okoljskim odtisom. Kljub temu ostajajo cene svile visoke, predvsem zaradi zahtevne proizvodnje (gojenje sviloprejk, ročna predelava) ter občutljivosti trga na podnebne spremembe, ki vplivajo na biološki cikel sviloprejk.

Najdražja je svila v Evropi (okoli 50 EUR/kg), kar je posledica višjih stroškov dela in predelave ter večje dodane vrednosti končnih izdelkov. Najnižje cene imajo Brazilija, Iran in Tajska, kar odraža nižje proizvodne stroške in manjšo stopnjo predelave.

Med glavnimi dejavniki rasti trga svile v prihodnjih letih bodo trajnostna moda, večja ekološka ozaveščenost, rast povpraševanja po luksuznih izdelkih, inovacije v biomaterialih (zlasti v medicinski uporabi) ter vladna podpora domači proizvodnji. Pričakovati je zmeren, a stabilen razvoj trga, ki ga bodo poganjali trajnostni trendi, pametni tekstili in širitev uporabe svile v medicini in kozmetiki. Kitajska bo ostala vodilna sila, medtem ko Indija in Japonska krepi svojo prisotnost z nišnimi vrstami svile. Evropa se sooča z visoko ceno svile ter majhno proizvodnjo in porabo, kar pomeni večjo odvisnost od uvoza. Pomembno vlogo bo v prihodnje igrala

tudi digitalna prodaja, zlasti v segmentu luksuznih izdelkov.

Kot je bilo že omenjeno, svetovni trg svile dosega rast tudi zaradi vladne podpore v ključnih državah proizvajalkah, kot sta Indija in Kitajska. Vlade prepoznajo družbeno-ekonomski pomen svilogojstva, ki milijonom ljudi na podežlju zagotavlja preživetje in pomembno pripomore k izvoznim prihodkom. Z izboljšanjem kakovosti proizvodnje, obvladovanjem bolezni ter boljšim povezovanjem s trgom takšna podpora krepi dobavne verige in povečuje odpornost industrije proti zunanjim motnjam. Posledično se povečujeta tako ponudba kot povpraševanje po svili v različnih sektorjih po svetu.

Rast trga spodbuja tudi razvoj novih trgov in naraščajočo blaginjo, zlasti v hitro rastočih gospodarstvih azijsko-pacifiške regije. Širjenje srednjega razreda, večja kupna moč in boljši dostop do globalnih trendov prek digitalnih platform pripomorejo k večjemu zanimanju potrošnikov za kakovostne, naravne in prestižne izdelke, kot je svila.

Svetovni trg svile je v zadnjih letih zaznamovan z večplastnimi spremembami, ki jih poganjajo tehnološki napredek, vladna podpora, trajnostni potrošniški trendi in širitev na razvijajoče se trge. V nadaljevanju so predstavljene ključne ugotovitve, ki oblikujejo prihodnost te niše, a strateško pomembne industrije:

- **Vladna podpora domači proizvodnji svile:** Naraščajoča podpora vlad v ključnih državah proizvajalkah, kot sta Indija in Kitajska, krepi samozadostnost, izboljšuje kakovost proizvodnje ter pripomore k večji blaginji podeželskega prebivalstva. Takšna podpora zagotavlja stabilne dobavne verige in spodbuja širitev industrije.
- **Tehnološki napredek v svilogojstvu:** Inovacije na področju gojenja sviloprejk in predelave svile – kot so avtomatizirano odvijanje niti, vzreja v nadzorovanih klimatskih razmerah ter uporaba genskega inženiringa – pripomorejo k večji produktivnosti in razvoju specializiranih vrst svile za različne namene.
- **Rast na razvijajočih se trgih:** Širitev srednjega razreda in rast razpoložljivega dohodka v hitro

rastočih gospodarstvih azijsko-pacifiške regije povečujeta kupno moč in kulturno naklonjenost svili, kar se odraža v večjem povpraševanju po luksuznih in kakovostnih svilenih izdelkih.

- **Trajnostni potrošniški trendi:** Naraščajoča naklonjenost potrošnikov do trajnostnih, naravnih, biorazgradljivih in etično proizvedenih materialov spodbuja povpraševanje po svili kot okolju prijaznem tekstilu.
- **Konkurenca sintetičnih vlaken:** Cenejša sintetična vlakna, ki uspešno posnemajo estetske lastnosti svile, omejujejo rast trga svile in so pomemben izziv za naravne materiale.
- **Trgovinske ovire:** Uvozne dajatve, regulativne razlike med državami in politična nestabilnost lahko motijo mednarodne dobavne verige ter zavirajo rast trga svile.
- **Odvisnost od Kitajske:** Velika odvisnost od Kitajske pri dobavi surove svile povzroča ranljivost lokalnih trgov, cenovno nestabilnost in nihanja v dobavi.

3 Evropski trg svile

Evropa ima približno 20-odstotni delež pri svetovni porabi svile, čeprav se je na evropskih tleh proizvede le okoli 5 %. Glavni porabniki so modna industrija, notranje oblikovanje (posteljnina, zavesa), kozmetika in medicina. Povpraševanje po svili narašča predvsem v segmentu luksuznih izdelkov, kjer svila ohranja status prestižnega in naravnega materiala.

Evropski trg svile je močno odvisen od uvoza. Med glavnimi dobavitelji izstopajo Kitajska (32 %), Turčija (20 %), Bangladeš (10 %), Indija (5,7 %) in Kambodža (4,8 %). Vrednost uvoza svilenih izdelkov je v prvih petih mesecih leta 2025 znašala tri milijarde evrov, kar v primerjavi z enakim obdobjem prejšnjega leta pomeni 7,91-odstotno rast [1-5].

V Evropi je proizvodnja svile danes razmeroma skromna. Francija in Italija sta tradicionalno veljali za vodilni evropski proizvajalki, vendar je sodobna proizvodnja omejena na manjše obrate in trajnostno usmerjene projekte. Evropska unija si prizadeva za

oživitev svilogojstva, zlasti prek ekoloških pristopov in lokalnih pobud.

Med glavnimi izzivi evropskega trga svile so visoki stroški dela, konkurenca sintetičnih vlaken in izrazita uvozna odvisnost. Po drugi strani pa se priložnosti kažejo v rastočem povpraševanju po trajnostnih materialih, tehnoloških inovacijah v proizvodnji in podpori EU lokalnemu svilogojstvu.

Najpomembnejše evropske države za svilni trg so:

- Francija (Lyon je bil v 15. in 16. stoletju svetovna prestolnica svile), kjer se svila danes uporablja predvsem v visoki modi (Haute Couture) in umetniških delih.
- Italija je tako kot Francija zgodovinsko središče evropske proizvodnje svile (zlasti v Lombardiji in Toskani). Znana je po visokokakovostni svili, ki se uporablja v modni industriji (npr. Milano, Firence). Ima tradicionalne obrate za predelavo svile in močno oblikovalsko industrijo, ki svilo vključuje v luksuzne izdelke.
- Nemčija nima večje proizvodnje svile, a je pomemben trg za uvoz svilenih izdelkov (tudi v tehničnih tekstilih, medicini in kozmetiki).
- Španija je zgodovinsko odigrala pomembno vlogo pri uvozu svile prek Svilne poti in arabskih držav. Danes je trg svile v Španiji usmerjen predvsem v modno industrijo in turistične izdelke (npr. svileni šali, oblačila).

Vse štiri omenjene države imajo močno modno industrijo, ki svilo uporablja kot luksuzni material. Trg svile je v teh državah povezan s kulturno dediščino, trajnostnimi trendi in uvozom iz Azije. Italija in Francija sta edini z aktivno proizvodnjo svile manjšega obsega.

Evropski trg svile je zaznamovan z izrazito uvozno odvisnostjo, visokimi cenami in specializirano uporabo, pri čemer se priložnosti za rast kažejo predvsem v trajnostnih trendih in razvoju novih aplikacij. Ključne značilnosti evropskega trga svile so:

- **Močna uvozna odvisnost:** Evropa večino svile uvozi iz Azije, predvsem iz Kitajske, Turčije in Indije. Lokalna proizvodnja je zanemarljiva, vendar

se pojavljajo trajnostne pobude za njeno oživitev.

- **Rastoče povpraševanje po luksuznih izdelkih:** Svila ohranja status prestižnega materiala, zlasti v modni industriji, notranjem oblikovanju in kozmetiki.
- **Visoka cena svile v Evropi:** Evropa ima najvišje cene svile med vsemi regijami (okoli 50 USD/EUR), kar je posledica višjih stroškov dela, kompleksne predelave in izdelkov z visoko dodano vrednostjo.
- **Diverzifikacija industrijske uporabe:** Svila se čedalje pogosteje uporablja tudi v medicini, kozmetiki, tehnologiji in notranjem oblikovanju, kar širi trg in povečuje njeno strateško vrednost.
- **Povečana naklonjenost trajnostnim materialom:** Evropski potrošniki vse bolj iščejo trajnostne materiale, kjer ima svila kot naravno vlakno pomembno mesto.
- **Problematika gojenja murv:** Nanaša se na agronomske in okoljske izzive, povezane z vzdrževanjem zdravih in produktivnih nasadov murv. Ti izzivi vključujejo zmanjšano razpoložljivost primerne zemljišča, podnebne spremembe, nihanja v kakovosti tal, napade škodljivcev in bolezni murv, kar neposredno vodi v pomanjkanje murvinih listov, ključnega vira hrane za sviloprejk in s tem omejevalnega dejavnika v celotni verigi pridelave svile.

4 Slovenski trg svile

Svilogojstvo je bilo v Sloveniji v prejšnjem stoletju pomembna dopolnilna kmetijska dejavnost, zlasti na podeželju vzhodne, jugovzhodne in zahodne Slovenije. Vrhunec je doseglo v prvi polovici 20. stoletja, ko so številne družine gojile murve in vzrejale sviloprejk za prodajo kokonov. Država je dejavnost podpirala z odkupnimi mesti in izobraževalnimi programi. Po drugi svetovni vojni je zanimanje za svilogojstvo začelo upadati, predvsem zaradi industrializacije, razmaha poceni sintetičnih vlaken in sprememb v kmetijstvu. Do konca stoletja je de-

javnost skoraj povsem izginila in se danes ohranja predvsem kot del kulturne dediščine in v okviru redkih poskusov oživitve. Zato je večina svile, ki se danes uporablja v Sloveniji, uvožena. Po podatkih [5] je bila leta 2024 vrednost uvoza svile in svilenih izdelkov v Slovenijo nekaj več kot 600.000 evrov, medtem ko je izvoz svile oziroma svilenih izdelkov znašal približno 90.000 EUR.

Na slovenskem trgu se za svilo odpirajo tržne priložnosti, ki izhajajo iz sodobnih trendov in specifik trga:

- **Trajnostna moda:** Naraščajoče zanimanje za naravne in trajnostne materiale je potencial za povečano povpraševanje po svili, zlasti med oblikovalci in manjšimi modnimi znamkami, ki iščejo alternativne tekstilne rešitve z visoko dodano vrednostjo.
- **Turizem in lokalna obrt:** Zaradi svoje luksuzne narave lahko svila dobi prostor v izdelkih, namenjenih turistom, kot so ročno izdelani šali, kravate, čipke, umetniški tekstil in drugi spominki, ki poudarjajo lokalno identiteto in kakovostno izdelavo.
- **Zdravstveni in kozmetični sektor:** Svila se že uporablja v kozmetičnih izdelkih in v medicinskih aplikacijah, kar odpira možnosti za sodelovanje z raziskovalnimi institucijami in razvoj novih izdelkov z visoko dodano vrednostjo.
- Kljub navedenim priložnostim se slovenski prostor sooča z več strukturnimi omejitvami:
- **Podnebne in agronomske omejitve:** Slovenija nima optimalnih agro-klimatskih razmer za gojenje murv in vzrejo sviloprejk, kar bistveno omejuje možnosti za vzpostavitev domače primarne proizvodnje svile.
- **Omejenost trga:** Ker je domači trg majhen, je povpraševanje po svili omejeno, kar pomeni, da je dolgoročni razvoj odvisen predvsem od izvoza ali usmeritve v nišne izdelke z visoko dodano vrednostjo.
- **Visoka cena in konkurenca:** Svila je bistveno dražja od sintetičnih in nekaterih naravnih materialov, kar omejuje njeno uporabo v množični

proizvodnji, priložnost za svilo pa so izdelki z visoko dodano vrednostjo.

- Mogoče razvojne usmeritve Slovenije na področju izdelkov iz svile:
- **Uvoz in predelava:** Uvoz surove svile iz Azije in njena predelava v Sloveniji (npr. tkanje, barvanje, oblikovanje) za potrebe domačega in tujega trga je izvedljiva strategija, ki ne zahteva vzpostavitve primarne proizvodnje.
- **Raziskovalno-inovacijski projekti:** Povezovanje z univerzami in raziskovalnimi inštituti omogoča razvoj novih izdelkov in področij uporabe svile (biomedicina, nanotehnologija, trajnostni materiali itd.).
- **Vzpostavitev zelene blagovne znamke:** Razvoj slovenske blagovne znamke, ki združuje trajnost, lokalno izdelavo in visoko kakovost, bi lahko pripomogel k diferenciaciji na mednarodnem trgu in h krepitvi prepoznavnosti slovenskega oblikovanja in tekstilne industrije.

Slovenija ima več pomembnih prednosti, ki omogočajo razvoj na področju svile. Med njimi navedimo visoko kakovost lokalne izdelave, saj ima država dolgo tradicijo tekstilne in oblikovalske industrije. Pomembno vlogo igrajo tudi izobraževalne in raziskovalne ustanove, kot so fakultete in inštituti, ki lahko podpirajo razvoj inovativnih aplikacij svile, denimo v tekstilstvu, biomedicini in kozmetiki. Poleg tega je slovenski trg čedalje bolj trajnostno usmerjen, kar se kaže v povečanem zanimanju potrošnikov za naravne materiale in okolju prijazne izdelke. Geografska bližina evropskim trgom, kot sta Italija in Avstrija, pa odpira možnosti za izvoz in širitev na trge z večjim povpraševanjem. Slovenija lahko razvija nišne izdelke, kot so luksuzni modni dodatki, darila za turiste in naravna kozmetika. Povezovanje z mednarodnimi partnerji omogoča uvoz surove svile in njeno lokalno predelavo za evropski trg. Inovacije v materialih, kot je uporaba svile v medicini, biotehnologiji in pametnih tekstilih, odpirajo nove možnosti. Prav tako lahko Slovenija gradi zelene blagovne znamke in promovira svoje izdelke kot trajnostne in ročno izdelane.

Kljub tem prednostim se Slovenija sooča z nekaterimi izzivi, vezanimi na proizvodnjo svile. Podnebje ni idealno za gojenje murv in sviloprejk, kar omejuje možnosti za domačo pridelavo svile. Poleg tega je domači trg razmeroma majhen. Visoki stroški proizvodnje dodatno zmanjšujejo konkurenčnost slovenskih proizvajalcev, medtem ko je pomanjkanje specializiranih znanj na področju gojenja, predelave in uporabe svile izziv za razvoj panoge.

Med glavnimi nevarnostmi pa so močna mednarodna konkurenca in neugodna zakonodaja EU. Odvisnost od uvoza surove svile lahko povzroči cenovna nihanja, regulativne ovire, kot so uvozne dajatve, okoljski predpisi in birokracija, pa otežijo poslovanje in širitev.

V Sloveniji se svilogojstvo in svilarstvo ponovno prebujata, predvsem skozi raziskovalne projekte, lokalne pobude in interdisciplinarno sodelovanje. Redki rejci sviloprejk še obstajajo, npr. v okolici Kobdilja na Krasu, kjer raste najstarejša murva v Sloveniji. Inštitut za svilogojstvo in svilarstvo se ukvarja z raziskavami gojenja murv in sviloprejk in spodbujanjem dejavnosti. Ta dejavnost je v Sloveniji glede na trenutni gospodarski in zakonodajni položaj mogoča le za izdelke z visoko dodano vrednostjo. Če bi se evropska zakonodaja spremenila v korist domače, lokalne proizvodnje, pa je mogoča tudi razširitev te dejavnosti.

5 Sklepi

Trg svile je specifičen in ga oblikujejo dejavniki, kot so agro-klimatske razmere, kapitalska zahtevnost, tehnično znanje, dostop do usposobljene delovne sile itd. Ustanovitev uspešne proizvodne enote za svilo zahteva znatne naložbe v infrastrukturo za svilogojstvo, zemljišča za gojenje murv in delovno intenzivne procese, kot so odvijanje kokonov, predenje preje, barvanje in tkanje. Poleg tega doseganje kakovosti, primerljive z uveljavljenimi proizvajalci, zahteva veliko strokovnega znanja in spoštovanje strogih standardov kakovosti.

Po drugi strani pa naraščajoče svetovno povpraševanje po trajnostnih tekstilnih izdelkih spodbuja podjetja (zlasti v regijah z ugodnimi agroklimatskimi razmerami in podporno državno politiko) k vstopu na to gospodarsko področje.

Proizvodnja svile je delovno intenzivna, okoljsko občutljiva in odvisna od ugodnih podnebnih razmer. Vsaka motnja, kot so izbruhi bolezni med sviloprejkami, ekstremne vremenske okoliščine ali pomanjkanje vhodnih surovin (npr. murvini listi), lahko povzroči nihanja v dobavi in posledično nestanovitnost cen.

Potrošniško vedenje na svetovnem trgu svile se spreminja pod vplivom skrbi za trajnost, kulturne pomembnosti in funkcionalnih koristi. Čeprav tradicionalna predstava o svili kot luksuznem materialu ostaja, nove potrošniške skupine spodbujajo povpraševanje z vidika trajnosti in etike. Prav slednje – prehod od luksuza k etiki, trajnosti in funkcionalnosti – nakazuje novo smer razvoja trga svile. Razumevanje teh vedenjskih premikov je ključno za deležnike, ki želijo vstopiti na ta trg.

Svilogojstvo je v Evropi in Sloveniji skoraj povsem izginilo. Trg svile v Evropi in Sloveniji se nahaja na presečišču med tradicijo in sodobnimi trendi trajnostnega razvoja. Kljub omejitvam, kot so podnebne razmere, majhnost trga in konkurenca cenejših materialov, se odpirajo priložnosti za inovativne pristope – zlasti prek uvoza in predelave, raziskovalnega sodelovanja in razvoja trajnostnih blagovnih znamk. V tem kontekstu lahko Slovenija s premišljenimi strategijami in povezovanjem lokalnega znanja z globalnimi trendi ponovno najde mesto na evropskem zemljevidu svile.

Viri

1. *Global Silk Market – Industry Trends and Forecast to 2032*. (2023). Data Bridge Market Research.
2. Textile Exchange. (2023, December 1). *Materials market report 2023*. <https://textileexchange.org/knowledge-center/reports/materials-market-report-2023/>
3. The Fiber Year GmbH. (2023, August 18). *The fabric year 2023*. <https://thefiberyear.com/2023/08/18/the-fabric-year-2023/>
4. International Textile Manufacturers Federation. (n.d.). IMTF. Retrieved February 23, 2026, from <https://www.itmf.org/>
5. Statistični urad RS. (n.d.). *SURS*. Retrieved February 23, 2026, from <https://www.stat.si/StatWeb/en>

Petra Forte Tavčer

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

Degumiranje svile

Silk Degumming

Strokovni članek/Professional article

Prispelo/Received 12–2025 • Sprejeto/Accepted 1–2026

Korespondenčna avtorica/Corresponding author:

prof. dr. Petra Forte Tavčer

E-pošta: petra.forte@ntf.uni-lj.si

ORCID iD: 0009-0006-3621-9014

Izvleček

Degumiranje svile je ključen postopek predobdelave naravne svile *Bombyx mori* L. pri katerem se odstrani sericin – hidrofilni, amorfni protein, ki povezuje fibroinske filamente dvojne niti. Odstranitev sericina, ki pomeni 20–30 % mase surove svile, bistveno vpliva na mehanske, optične in barvne lastnosti končnega materiala. V članku so predstavljene sestava surove svile, kemijski in fizikalni mehanizmi odstranjevanja sericina, pregled tradicionalnih in sodobnih tehnologij degumiranja ter njihov vpliv na strukturo in lastnosti fibroina. Poseben poudarek je namenjen trajnostnim metodam in sodobni uporabi fibroina in sericina kot visokovrednih biomaterialov za netekstilne aplikacije.

Ključne besede: svila, degumiranje, sericin, fibroin, predobdelava, trajnostni postopki, biomateriali

Abstract

Degumming is a key pretreatment step in the processing of natural Bombyx mori silk, during which sericin – the hydrophilic, amorphous protein that binds the fibroin filaments of the twin filament – is removed. Eliminating sericin, which accounts for 20–30% of the mass of raw silk, significantly affects the mechanical, optical and dyeing properties of the final material. This article presents the composition of raw silk, the chemical and physical mechanisms of sericin removal, an overview of traditional and modern degumming technologies, and their influence on the structure and properties of fibroin. Special emphasis is placed on sustainable methods and on the contemporary use of fibroin and sericin as high-value biomaterials for non-textile applications.

Keywords: silk, degumming, sericin, fibroin, pretreatment, sustainable processes, biomaterials

1 Uvod

Svila je naravni proteinski polimer z izjemnimi mehanskimi, optičnimi in biokompatibilnimi lastnostmi, ki že stoletja velja za enega najdragocenejših tekstilnih materialov. Pridobiva se iz kokonov sviloprežke *Bombyx mori* L., katere gosenica se v zaključni razvojni fazi popolnoma zapre v kokon, sestavljen

iz ene same, neprekinjene dvojne niti, dolge več kot kilometer. Kokon je zgrajen iz fibroina, ki tvori trdno, hierarhično organizirano vlaknasto strukturo, ter iz sericina, ki deluje kot naravno lepilo med vlakni. Zaradi svoje molekularne urejenosti svila združuje visoko natezno trdnost, elastičnost, zračnost in prijeten



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.

otip, kar ji omogoča široko uporabo v tradicionalnem tekstilstvu. V zadnjih desetletjih pa se zanimanje za svilo močno povečuje tudi v biomedicini, regenerativnem inženirstvu, elektroniki in trajnostnem oblikovanju materialov, kjer regenerirani fibroinski in sericinski materiali ponujajo funkcionalne, okolju prijazne alternative sintetičnim polimerom.

Surova svila vsebuje približno 70–80 % fibroina in 20–30 % sericina, ki obdaja in povezuje fibroinska filamentna vlakna. Fibroin je visokokristaliničen strukturni protein z značilnimi ponavljajočimi se motivi glicin-alanin, ki tvorijo β -liste s kristaliničnostjo okoli 50–60 %, kar zagotavlja mehansko stabilnost in visoko natezno trdnost. Sericin je hidrofilen, nekristaliničen protein z visokim deležem serina in karboksilnih aminokislin, ki se hitro topi ali hidrolizira v vodi, predvsem v alkalnem in encimskem okolju [1–3].

Medtem ko fibroin pripomore k trdnosti, prožnosti in lesku, sericin poslabšuje vpojnost barvil, povzroča togost in rumenenje ter povečuje hidrofilnost. Poleg tega lahko sericin pri občutljivih posameznikih povzroča kožne alergijske reakcije, kar dodatno omejuje njegovo prisotnost v končnih izdelkih. Zato je njegova odstranitev nujna za kakovostno predelavo svile in doseganje optimalnih fizikalnih in estetskih lastnosti [4].

Odstranjevanje sericina, imenovano degumiranje, je ključen postopek v predelavi svile, saj omogoča pridobivanje mehkih, sijočih in kakovostnih fibroinskih vlaken. Tradicionalno se degumiranje izvaja v alkalnih milnih kopelih pri povišanih temperaturah, napredni postopki, kot so encimsko, ultrazvočno in mikrovalovno degumiranje, pa omogočajo bolj selektivno odstranitev sericina, manjšo porabo energije in boljšo ohranitev fibroinske strukture [5].

Degumiranje poteka v več fazah proizvodnje, pri čemer se prvi, delni del postopka izvaja že med odvijanjem kokonov. Kokoni so najprej namočeni v vroči vodi z dodatkom mila ali blagih detergentov, kar omoči in delno raztopi sericin ter omogoči gladko odvijanje neprekinjene dvojne niti. V tej fazi sericin ni v celoti odstranjen, saj še vedno zagotavlja potrebno trdnost in stabilnost niti, ki bi se sicer med

odvijanjem pretrgala. Popolno degumiranje poteka šele po odvijanju, na prejah ali tkaninah, kjer se večina preostalega sericina odstrani z namakanjem in segrevanjem v milnih ali blagih alkalnih raztopinah. Ta postopek se lahko izvaja ročno ali industrijsko v posebnih degumirnih kotlih, rotacijskih bobnih, parnih kotlih ali ultrazvočnih napravah.

Degumiranje temelji predvsem na hidrolizi peptidnih vezi v sericinu, raztapljanju nizkomolekularnih frakcij sericina in motenju vodikovih vezi ter šibkih intermolekularnih interakcij [6]. Ključno je, da se sericin odstrani selektivno, brez poškodb fibroina.

Popolno degumiranje izboljša navzemanje barvil, poveča belino, omehča otip, homogenizira površino vlaken in izboljša stabilnost pri nadaljnjih obdelavah [5].

2 Postopki degumiranja in njihov vpliv na fibroin

Alkalno degumiranje je najpogostejše uporabljena industrijska metoda, ki vključuje milo in natrijev karbonat pri temperaturah 90–100 °C. Postopek je učinkovit, a lahko vodi v delno hidrolizo fibroina in posledično v zmanjšanje natezne trdnosti [6].

Pri encimskem degumiranju se uporabljajo proteaze, kot so papain, subtilizin in tripsin, ki selektivno hidrolizirajo sericin, medtem ko fibroinske strukture ostanejo večinoma nedotaknjene. Prednosti encimske obdelave so nizka temperatura, manjša poraba kemikalij in boljša ohranitev strukture fibroina [7].

Kislo degumiranje poteka v kopeli z dodatkom blagih organskih kislin, kot sta očetna ali citronska kislina. Pri tem se sericin le delno odstrani. Metoda je manj učinkovita in pri daljših obdelovalnih časih povečuje tveganje za hidrolizo fibroina [6].

Degumiranje z nasičeno paro omogoča zmanjšano uporabo kemikalij in krajši čas obdelave. Pri tem pa je odstranitev sericina pogosto nepopolna [8].

Ultrazvočna kavitacija pospešuje penetracijo kopeli v vlakna in mehansko odstranjevanje sericina. Postopek se pogosto uporablja kot dopolnilo klasič-

nim postopkom, saj poveča učinkovitost in skrajša čas obdelave [6].

Tudi mikrovalovi povečajo gibanje molekul in pospešijo hidrolizo sericina, kar omogoča krajši čas

obdelave, manjšo porabo energije in manjši okoljski vpliv [9].

V preglednici 1 so zbrani pogoji degumiranja za najpogosteje uporabljene postopke [10].

Preglednica 1: Pogoji degumiranja svile

Reagent	Konc.	Temp. (°C)	Čas (min)	Kopelno razmerje	Vpliv na fibroin
Na ₂ CO ₃	1 g/L	90	60	1:40	Čista površina vlaken z le nekaj usedlinami in tankim slojem preostalega sericina
Sečnina	8 mol/L	90	180	1:30	Malo ali nič ostankov sericina; povprečen premer delcev
Citronska kislina	15 %	98	30	1:20	Zelo gladka površina s finimi vzdolžnimi progami; konformacija se ne spremeni
Proteaza	1–3 %	50	120	1:30	Izjemno gladka površina brez ostankov sericina; vlakna svetlejša
Ultrazvok	–	60	30	1:200	Preostali sericin na vlaknih; zmanjšanje mehanske trdnosti

Degumiranje pomembno vpliva na mehanske, barvne in optične lastnosti svile. Blagi postopki, kot sta encimsko in ultrazvočno degumiranje, povzročajo minimalne spremembe v natezni trdnosti, saj ohranjajo fibroinske strukture skoraj nedotaknjene. Nasprotno pa lahko alkalni postopki, predvsem ob povišani temperaturi in daljšem času delovanja, povzročijo delno hidrolizo fibroina in zmanjšanje natezne trdnosti za 10–20 % [5].

Po odstranitvi sericina vlakna postanejo kris-

talinična in stabilna, pa tudi bolj hidrofobna na površini, s čimer se afiniteta nekaterih barvil dejansko zmanjša, a omogoča enakomernjši navzem barvil. S tem se povečata izčrpanost barvil in jakost barvnih tonov, kar je še zlasti pomembno pri kislih in reaktivnih barvilih, ki se vežejo neposredno na funkcionalne skupine fibroina [4].

Odstranitev sericina vpliva tudi na optične lastnosti: zaradi bolj homogenega površinskega profila fibroina se povečajo značilen svileni lesk, optična

Preglednica 2: Primerjava okolju prijaznih postopkov degumiranja svile s konvencionalnimi metodami

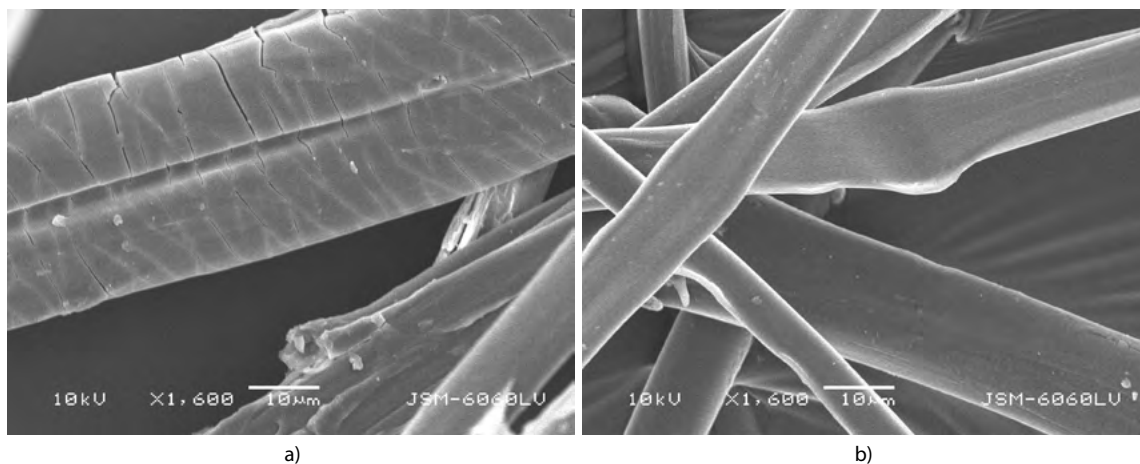
Postopek degumiranja	Prednosti	Omejitve
Konvencionalno (milo/alkalijske)	Zelo preprost in široko uveljavljen postopek	Kemikalij ni mogoče reciklirati; fibroin se lahko poškoduje; velika poraba vode in energije
Kislinsko	Gladka in čista površina vlaken; povečana natezna trdnost	Rahlo zmanjšan navzem barvila
Encimsko	Blagi procesni pogoji; široka izbira encimov; majhne poškodbe fibroina; visoka specifičnost in učinkovitost	Razmeroma visoki stroški; možnost hitre deaktivacije encimov
S CO ₂ v superkritični tekočini	Recikliranje CO ₂ ; manjše poškodbe fibroina	Zahtevna oprema; potrebni sta kislina predobdelava in ultrazvočna naknadna obdelava
Parno	Nižji stroški; brez dodajanja kemikalij	Pomanjkanje preverjenih industrijskih aplikacij
Ultrazvočno	Izboljšana učinkovitost odstranjevanja sericina; manjša poraba vode in kemikalij	Ponavadi so potrebni dodatni reagenti (milo, alkalijske, kisline ali encimi); nizek energijski izkoristek

čistost ter gladkost, ki močno vplivajo na vizualno kakovost svile.

Konvencionalno degumiranje z milom, alkalijski ali kombinacijo mila in alkalij izkazuje nekatere prednosti, kot sta preprost postopek in široka uporabnost, a uporabljenih kemikalij ni mogoče reciklirati, svilni fibroin se lahko poškoduje, zahteve glede porabe vode in energije pa so visoke. Okolju

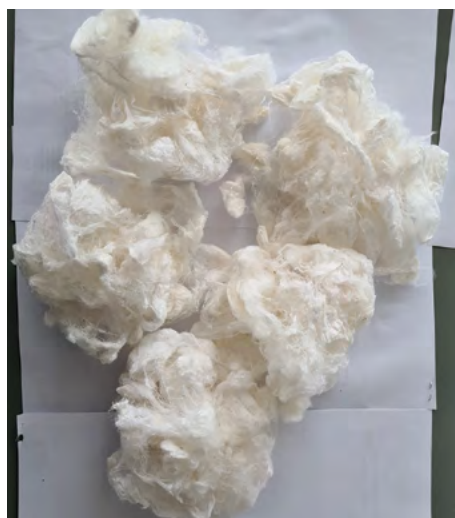
prijaznejši načini encimskega, kislinskega, parnega, CO₂-superkritičnega ter ultrazvočnega degumiranja imajo nekatere prednosti, a tudi omejitve [11]. V preglednici 2 so prikazane prednosti in omejitve posameznih načinov degumiranja svile (12).

Na sliki 1 so prikazana svileni vlakna pred obdelavo z milom in natrijevim karbonatom v vroči kopeli in po njej.



Slika 1: SEM-posnetek svile: a) pred degumiranjem z vročo vodo in b) po njem; povečava: 1600-×

Po degumiranju je svila sicer svetlejša, a ima še vedno naravni rumenkasti odtenek in se pred barvanjem praviloma beli z vodikovim peroksidom [13]. Na sliki 2 so prikazana degumirana in beljena svileni vlakna, pridobljena neposredno s kokonov.



Slika 2: Degumirana beljena svileni vlakna

3 Vrednotenje degumiranja

Za določitev, ali je bil sericin popolnoma odstranjen iz svilenih filamentov, se uporabljajo kvantitativne in kvalitativne metode vrednotenja.

Kvantitativno vrednotenje: Stopnjo degumiranja določimo z merjenjem izgube mase s tehtanjem vlaken pred obdelavo in po njej. Ker je sericin hidrofilen, je treba meritve izvajati v suhem stanju, da se preprečijo napake zaradi vezane vode.

Indeks beline (WI): pred degumiranjem imajo svileni filamentni nižjo belino zaradi sericina, voskov, barvil in nečistoč. Po odstranitvi teh snovi se WI poveča, kar daje svilenim vlaknom značilen sijaj in gladkost.

Kvalitativno vrednotenje: Pri barvanju s pikrinsko kislino in karminom se fibroin obarva rumeno, ker adsorbira le pikrinsko kislino, sericin pa se obarva rdeče, ker absorbira pikrinsko kislino in karmin. Če svila ostane rdeča, je prisoten sericin, če postane rumena, je sericin odstranjen.

Za sericin so značilne funkcionalne skupine ($-\text{OH}$, $-\text{NH}$, $-\text{COOH}$), ki jih fibroin nima, zato analiza FTIR zelo dobro pokaže razliko med sericinom in fibroinom.

4 Sodobna uporaba fibroina in sericina za netekstilne namene

Sodobna uporaba svilenih proteinov presega tradicionalne tekstilne aplikacije, saj fibroin in sericin postajata vsestranska biomateriala v biomedicini, elektroniki, prehranski industriji in farmacevtskih aplikacijah. Njuna uporabnost izhaja iz kombinacije biokompatibilnosti, biorazgradljivosti, mehanske trdnosti, sposobnosti tvorjenja filmov in možnosti kemijske modifikacije [14].

Svljeni fibroin se lahko s serijo postopkov pretvori v vodotopno regenerirano beljakovino. Raztopine fibroinske beljakovine je mogoče predelati v filme, tridimenzionalne porozne materiale, mikrokapsule, gele in nanovlakna za različne načine uporabe [10].

Regenerirani fibroin se pogosto uporablja v tkivnem inženirstvu kot ogrodje za regeneracijo hrustanca, kože, kosti, živčnih vlaken in žilnih struktur. V farmaciji je dragocen pri razvoju sistemov za kontrolirano sproščanje zdravil, saj omogoča enkapsulacijo in stabilizacijo številnih učinkovin, med njimi tudi antibiotikov in citostatikov [15]. Regenerirani fibroin se uporablja tudi v biorazgradljivi elektroniki kot dielektrični material, substrat za upogljive elektronske elemente in sestavni del biološko razgradljivih senzorjev in baterij. Zaradi optične čistosti in stabilnosti je primeren za optična vlakna, fotonske materiale in nanolitografske aplikacije [5, 10, 16].

Sericin, ki je dolgo veljal za odpadni produkt degumiranja, se čedalje bolj uveljavlja kot biološko aktiven polimer. V kozmetiki se uporablja zaradi svoje sposobnosti vezave vode in antioksidativnih lastnosti, medtem ko se v medicini uveljavlja kot material za obloge ran, hidrogele in hemostatske materiale. V živilski industriji deluje kot stabilizator,

emulgator, nosilec bioaktivnih snovi ali kot film pri užitni embalaži. Poleg tega se uporablja v naprednih funkcionalnih premazih, kot so protimikrobni premazi za medicinske pripomočke, bioaktivni premazi implantatov in biosenzorji [17, 18].

5 Sklep

Degumiranje je osrednji proces v predobdelavi svile, saj določa njene mehanske, optične in barvne lastnosti. Tradicionalni postopki so učinkoviti, vendar okoljsko obremenjujoči in manj selektivni. Sodobne metode – encimske, ultrazvočne in mikrovalovne – ponujajo trajnostne in fibroinu prijaznejše alternative. V zadnjih letih se sericin in fibroin uveljavljata kot visokovredna biomateriala za številne netekstilne aplikacije. Razvoj biotehnologije in trajnostne kemije omogoča procese z manjšim okoljskim vplivom ter boljši izkoristek naravnih polimernih surovin, kar je pomemben korak v smeri trajnostne tekstilne industrije.

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

Viri

1. Basu, A. (Ed.). (2015). *Advances in silk science and technology*. Woodhead Publishing.
2. Seo, S.-J., Das, G., Shin, H.-S., & Patra, J. K. (2023). Silk sericin protein materials: characteristics and applications in food-sector industries. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(5), 4951. <https://doi.org/10.3390/ijms24054951>
3. Mondal, M., Trivedy, K., & Kumar, S. N. (2007). The silk proteins, sericin and fibroin in silkworm, *Bombyx mori* Linn.. A review. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 5(2), 63–76

4. Toprak, T., Akgün, M., & Anis, P. (2020). Effects of environmentally friendly degumming methods on some surface properties, physical performances and dyeing behaviour of silk fabrics. *Industria Textila*, 71(4), 380–387. <https://doi.org/10.35530/it.071.04.1675>
5. DeBari, M. K., King III, C. I., Altgold, T. A., & Abbott, R. D. (2021). Silk fibroin as a green material. *ACS Biomaterials Science & Engineering*, 7(8), 3530–3544. <https://doi.org/10.1021/acsbomaterials.1c00493>
6. Rastogi, S., & Kandasubramanian, B. (2020). Processing trends of silk fibers: Silk degumming, regeneration and physical functionalization. *The Journal of The Textile Institute*, 111(12), 1794–1810. <https://doi.org/10.1080/00405000.2020.1727269>
7. More, S. V., Chavan, S., & Prabhune, A. A. (2018). Silk degumming and utilization of silk sericin by hydrolysis using alkaline protease from *Beauveria* Sp. (MTCC 5184): A Green Approach. *Journal of Natural Fibers*, 15(3), 373–383. <https://doi.org/10.1080/15440478.2017.1330718>
8. Wang, R., Zhu, Y., Shi, Z., Jiang, W., Liu, X., & Ni, Q.-Q. (2018). Degumming of raw silk via steam treatment. *Journal of Cleaner Production*, 203, 492–497. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.286>
9. Jaya Prakash, N., Shanmugarajan, D., Wang, X., & Kandasubramanian, B. (2022). Enhancement of mechano-structural characteristics of silk fibroin using microwave assisted degumming. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 30, 100902. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100902>
10. Huang, L., Shi, J., Zhou, W., & Zhang, Q. (2023). Advances in preparation and properties of regenerated silk fibroin. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(17), 13153. <https://doi.org/10.3390/ijms241713153>
11. Anis, P., Çapar, G., Toprak, T., & Yener, E. (2016). Sericin removal from silk fibers with eco-friendly alternative methods. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 26(4), 361–369. <https://izlik.org/JA46WA38JD>
12. Zhu, L., et al. Lin, J., Pei, L., Luo, Y., Li, D., & Huang, Z. (2022). Recent advances in environmentally friendly and green degumming processes of silk for textile and non-textile applications. *Polymers*, 14(4), 659. <https://doi.org/10.3390/polym14040659>
13. Anis, P., Toprak, T., Yener, E., & Capar, G. (2018). Investigation of the effects of environmentally friendly degumming methods on silk dyeing performance. *Textile Research Journal*, 89(7), 1286–1296. <https://doi.org/10.1177/0040517518767156>
14. Wang, K., Ma, Q., Zhou, H.-T., Zhao, J.-M., Cao, M., & Wang, S.-D. (2023). Review on fabrication and application of regenerated *Bombyx mori* silk fibroin materials. *AUTEX Research Journal*, 23(2), 164–183. <https://doi.org/10.2478/aut-2021-0059>
15. Aramwit, P., Siritientong, T., & Srichana, T. (2012). Potential applications of silk sericin, a natural protein from textile industry by-products. *Waste Management & Research*, 30(3), 217–224. <https://doi.org/10.1177/0734242X11404733>
16. Allardyce, B. J., Rajkhowa, R., Dilley, R. J., Atlas, M. D., Kaur, J., & Wang, X. (2016). The impact of degumming conditions on the properties of silk films for biomedical applications. *Textile Research Journal*, 86(3), 275–287. <https://doi.org/10.1177/0040517515586166>
17. Jo, Y.-Y., Kweon, H., & Oh, J.-H. (2020). Sericin for tissue engineering. *Applied Sciences*, 10(23), 8457. <https://doi.org/10.3390/app10238457>
18. Zhao, Z.-L., & Zhang, Y.-Q. (2020). Greener degumming production of layered sericin peptides from a silkworm cocoon and their physicochemical characteristics and bioactivities in vitro. *Journal of Cleaner Production*, 261, 121080. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121080>

Barbara Simončič, Brigita Tomšič

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

Trajnostna kemijska apretura svile z navdihom iz narave

Sustainable Chemical Finishing of Silk Inspired by Nature

Strokovni članek/Professional article

Prispelo/Received 12–2025 • Sprejeto/Accepted 1–2026

Korespondenčna avtorica/Corresponding author:

prof. dr. Barbara Simončič

E-pošta: barbara.simoncic@ntf.uni-lj.si

ORCID iD: 0000-0002-6071-8829

Izvleček

V prispevku so predstavljene prednosti in pomanjkljivosti svile kot naravnega proteinskega tekstilnega vlakna ter možnosti njene funkcionalizacije s kemijsko apreturo z uporabo biopolimerov in bioosnovanih spojin, pridobljenih iz različnih rastlinskih in živalskih virov. Med sredstvi za doseganje protimikrobnih lastnosti izstopajo hitozan in izbrane bioaktivne spojine ter naravna barvila s protimikrobnim učinkom. Za izboljšanje ognjevarnih lastnosti sta predstavljeni fitinska kislina in amonijev fitat, s fosforjem bogati spojini z učinkovitim mehanizmom zaviranja gorenja. Za doseganje UV-zaščite so predstavljeni naravni UV-absorberji s konjugiranimi sistemi, ki učinkovito absorbirajo UVA- in UVB-sevanje. Za zaščito pred insekti so izpostavljena eterična olja z dokazano repelentno aktivnostjo. Podrobno so predstavljene kemijske strukture uporabljenih bioaktivnih spojin, njihov izvor in mehanizmi zaščitnega delovanja.

Ključne besede: svila, kemijska apretura, biopolimeri, bioosnovane spojine, mehanizmi delovanja

Abstract

The paper discusses the advantages and limitations of silk as a natural protein-based textile fibre, as well as its potential for functionalisation through chemical finishing with biopolymers and bio-based compounds derived from various plant and animal sources. Among the agents providing antimicrobial properties, chitosan, selected bioactive compounds and natural dyes with antimicrobial activity are highlighted. To enhance flame retardancy, phytic acid and ammonium phytate–phosphorus-rich compounds with effective flame-inhibiting mechanisms are introduced. For UV protection, natural UV absorbers with conjugated systems capable of efficiently absorbing UVA and UVB radiation are presented. For insect protection, essential oils with proven repellent activity are emphasised. The paper provides a detailed account of the chemical structures of applied bioactive compounds, their origins and their protective mechanisms of action.

Keywords: silk, chemical finishing, biopolymers, bio-based compounds, mechanisms of action



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, naravno proteinsko vlakno, pridobljeno pretežno iz kokonov sviloprejk, je že od antičnih civilizacij uveljavljena kot prestižen tekstilni material [1]. Njena superiorna kombinacija estetskih in udobnostnih lastnosti, njene inherentne lastnosti, kot so visoka natezna trdnost, nizka plosčinska masa, ugodno uravnavanje vlage, gladka površina ter značilen optični sijaj, omogočajo njeno široko uporabo v oblačilni in dekorativni industriji. Poleg tega svila zaradi svoje netoksičnosti, biokompatibilnosti in biološke razgradljivosti dobiva čedalje večji pomen kot biomaterial za različne biomedicinske aplikacije [2].

Kljub številnim prednostim pa svila izkazuje tudi vrsto pomanjkljivosti, ki pomembno omejujejo njeno uporabnost v visokozahtevni tehniki in zaščitnih aplikacijah. Zaradi proteinske narave vlaken, sestavljenih iz fibroina in sericina, je svila občutljiva na mikrobno razgradnjo, njena hidrofilnost pa pripomore k povečanju rasti in prenosa mikroorganizmov. Posledično ne daje zadostne higienske zaščite pri nošenju in ne preprečuje prenosa patogenov, kar je ključno za medicinske tekstilije. Kot beljakovinsko vlakno izkazuje nezadostno ognjevarnost in se ob izpostavitvi plamenu hitro vname. Zato pogosto ne izpolnjuje strogih standardov požarne varnosti, zahtevanih za notranjo opremo. Podobno kot volna je svila dovzetna za napad tekstilnih insektov, kar lahko med skladiščenjem povzroči nepopravljivo materialno škodo. Zaradi občutljivosti svile na UV-sevanje dolgotrajna izpostavljenost svetlobi vodi do bleđenja barv in slabšanja mehanskih lastnosti, ob tem pa svila uporabniku ne daje zadostne UV-zaščite.

Za premagovanje teh omejitev je v tekstilnem inženirstvu ključna uporaba kemijske apreture, s katero je mogoče svili podeliti specifične funkcionalne lastnosti, kot so protimikrobnost, ognjevarnost, UV-zaščita in zaščita pred insekti [3]. Tradicionalna kemijska apreturna sredstva sicer zagotavljajo visoko učinkovitost, vendar pa pogosto ne sledijo načelom trajnostnega razvoja in zelene kemije [4]. Zato je prehod na trajnostne bioosnovane apreture

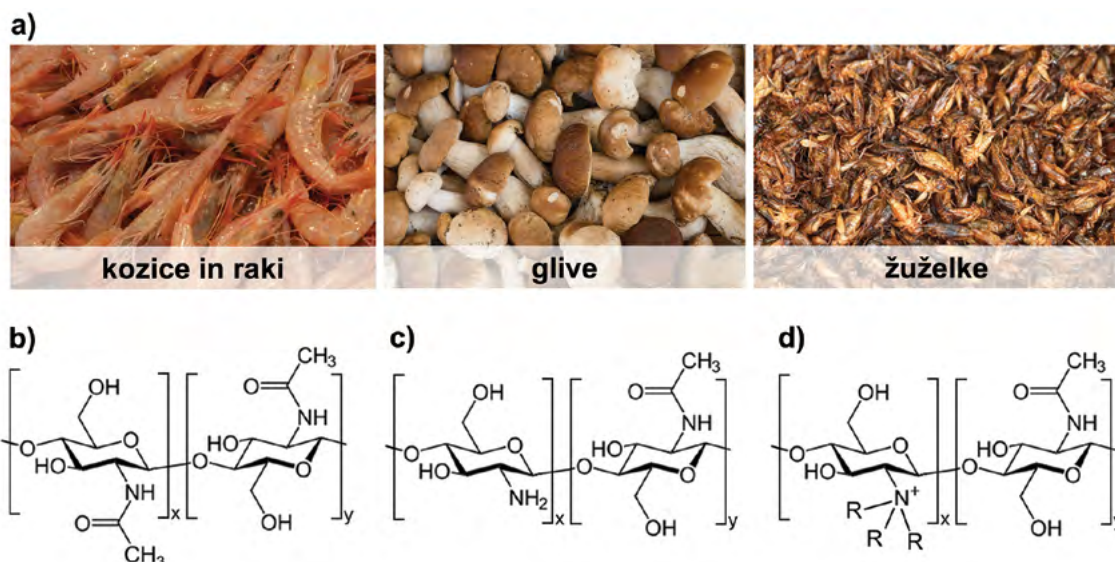
izjemno pomemben, vendar ostaja pogosto omejen zaradi manjše učinkovitosti, slabše pralne obstojnosti, razvojne nezrelosti ter zahtevnejše vključitve v obstoječe industrijske procese.

Kljub tem izzivom napredek na področju biopolimerov, bioosnovanih aktivnih snovi in okolju prijaznih postopkov kemijske apreture kaže na realne možnosti oblikovanja trajnostne funkcionalizacije svile. To odpira priložnost za razvoj visokozmogljivih svilenih tekstilij z dodano vrednostjo, namenjenih naprednim tehničnim, zaščitnim in biomedicinskim aplikacijam.

2 Funkcionalna apretura z uporabo biopolimerov in bioosnovanih spojin

2.1 Protimikrobna apretura

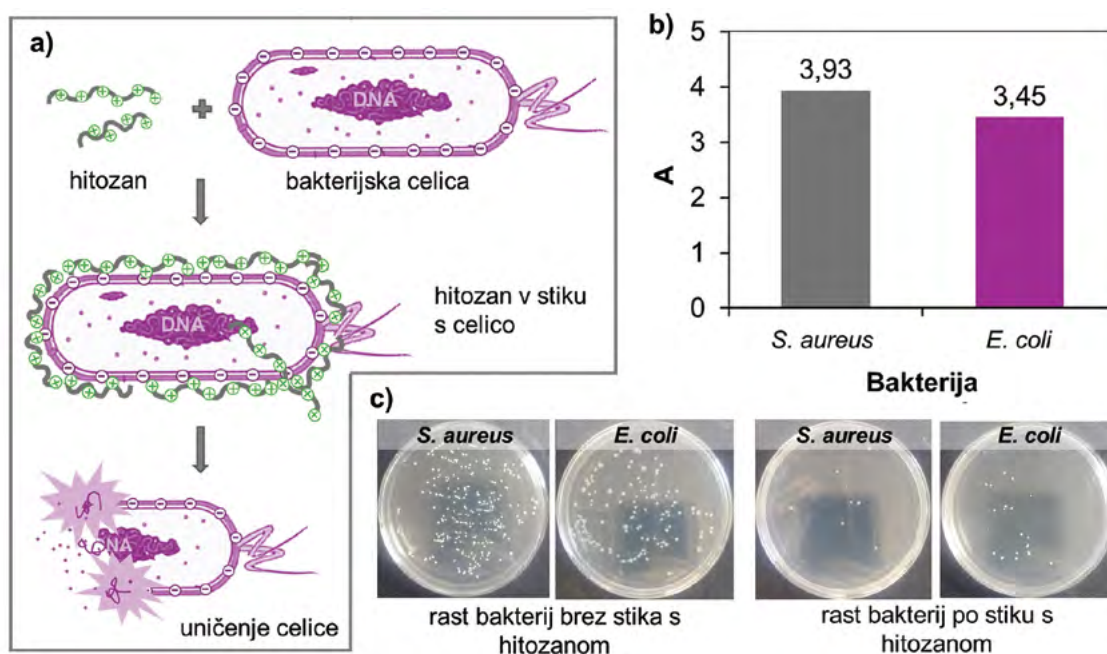
Med naravnimi protimikrobnimi sredstvi zavzema osrednje mesto hitozan (slika 1), ki je polisaharid, pridobljen z deacetilacijo hitina, ki je takoj za celulozo drugi najpogostejše zastopani biopolimer in se pretežno nahaja v lupinah kozic, tetivah in lupinah rakov in jastogov, celičnih stenah kvasovk in gliv ter povrhnjici žuželk [5]. Protimikrobna aktivnost hitozana je neposredno odvisna od njegove molekulske mase, stopnje deacetilacije in pH. Na splošno protimikrobna aktivnost hitozana narašča z naraščajočo stopnjo deacetilacije, kar pomeni z naraščanjem števila aminoskupin v makromolekuli, ter z znižanjem molekulske mase in pH-medija [6]. Tako je stopnja deacetilacije večine tržnih produktov hitozana višja od 85 %. Protimikrobna aktivnost hitozana se močno poveča v kislem pH-mediju, ki omogoča protonacijo aminoskupin, kar hkrati poveča njegovo topnost v vodni raztopini. Da protimikrobno delovanje ne bi bilo odvisno od pH-medija, se danes kot protimikrobna sredstva uporabljajo različni derivati hitozana s kvarternimi amonijevimi skupinami (slika 1d), ki v strukturi vključujejo stalno kationsko skupino in zato izkazujejo odlično protimikrobno učinkovitost v širokem pH-območju [7].



Slika 1: Pomembni viri hitina (a), kemijska struktura hitina (b), hitozana (c) in kvarterne soli hitozana (R je metilna skupina ali daljša alkilna skupina) (d) [8]

Mehanizem protimikrobnega delovanja hitozana temelji na tvorbi elektrostatskih privlačnih interakcij med kationskimi skupinami hitozana in negativno

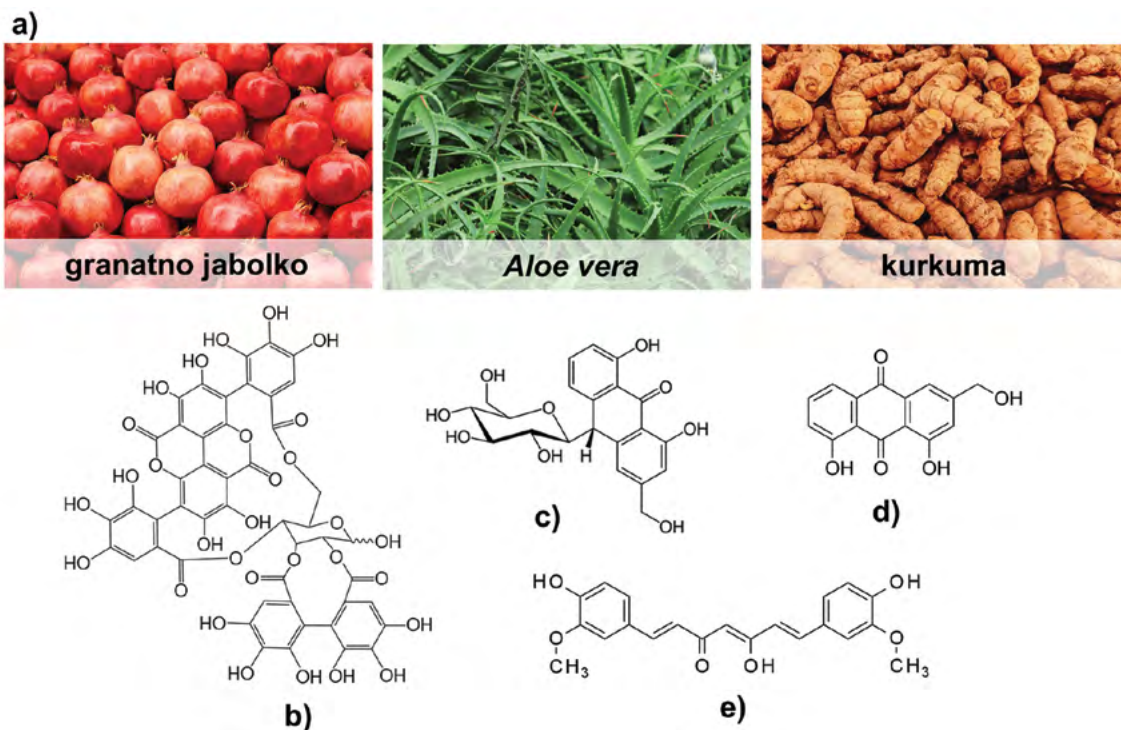
nabito celično membrano mikroorganizmov (slika 2a) [9]. Privlačne elektrostatske sile povzročijo poškodbo celične membrane in povečano prepustnost,



Slika 2: Shematski prikaz mehanizma protimikrobnega delovanja hitozana prek elektrostatskega privlaka med kationskimi skupinami hitozana in negativno nabito celično membrano mikroorganizma ter penetracijo v celico in vezanjem na DNA (a), protibakterijska aktivnost, A, 1 wt % hitozana na svileni tkanini za grampozitivno bakterijo *Staphylococcus aureus* in gramnegativno bakterijo *Escherichia coli* (b), rast preživelih bakterij na hranilnem agarju po opravljenem protibakterijskem testu svilene tkanine z 1 wt % hitozanom (c, d)

kar vodi do iztekanja ionov, nukleotidov in beljakovin ter posledično do izgube celične homeostaze in smrti mikroorganizma. Oligomeri hitozana lahko zaradi svoje nižje molekulske mase in velike gibljivosti prodrejo v notranjost celice mikroorganizma, kjer se vežejo na deoksiribonukleinsko kislino ter s tem zavrejo sintezo ribonukleinske kisline in beljakovin. To zavre rast mikroorganizmov in povzroči njihovo odmiranje. Hitozan deluje protimikrobno na širok spekter bakterij in tudi gliv. Njegova minimalna inhibitorna koncentracija je odvisna od vrste mikroorganizma. Na splošno velja, da je učinkovitejši za grampozitivne kot gramnegativne bakterije (slika 2b,c), a so podatki v literaturi tudi kontradiktorni. Če so makromolekule hitozana kemijsko kovalentno vezane na površino vlaken prek zamreževala, se ne sproščajo z vlaken v okolico, temveč na njihovi površini oblikujejo biološko bariero za mikroorganizme. Tako uničijo le mikroorganizme, ki se adsorbirajo na površino tekstilije. Apretura pa je obstojna na večkratno pranje [10].

Vendar pa hitozan ni edino naravno protimikrobno sredstvo, temveč protimikrobno delujejo tudi nekatere bioaktivne spojine in naravna barvila, ki se nahajajo v rastlinskih izvlečkih in predstavljajo sekundarne rastlinske metabolite (slika 3) [7, 11–14]. Med njimi so najpomembnejši tanini, flavonoidi, antrakinoni in kurkuminoidi, katerih naloga je zaščititi rastline pred različnimi mikroorganizmi. Mehanizem njihovega protimikrobnega delovanja je raznolik in neposredno odvisen od kemijske strukture spojine. Nekatere izmed spojin se vežejo na celično membrano mikroorganizma, jo destabilizirajo, povečajo njeno prepustnost ter s tem povzročijo uhajanje citoplazme, kar je za mikroorganizem uničujoče. Lahko tvorijo tudi komplekse s celičnimi beljakovinami in encimi ter tako motijo celični metabolizem. Nekatere sintetizirajo kisikove reaktivne zvrsti, ki povzročijo oksidativni stres in s tem poškodujejo celične komponente. Večini od teh spojin pripisujejo tudi protivnetne in antioksidativne lastnosti. V tekstilstvu so se kot



Slika 3: Pomembni viri bioaktivnih spojin s protimikrobnim delovanjem (a), kemijska struktura punikalagina (b) [16], aloina B (c) [17], aloe emodina (d) [18] in kurkumina (e) [19]

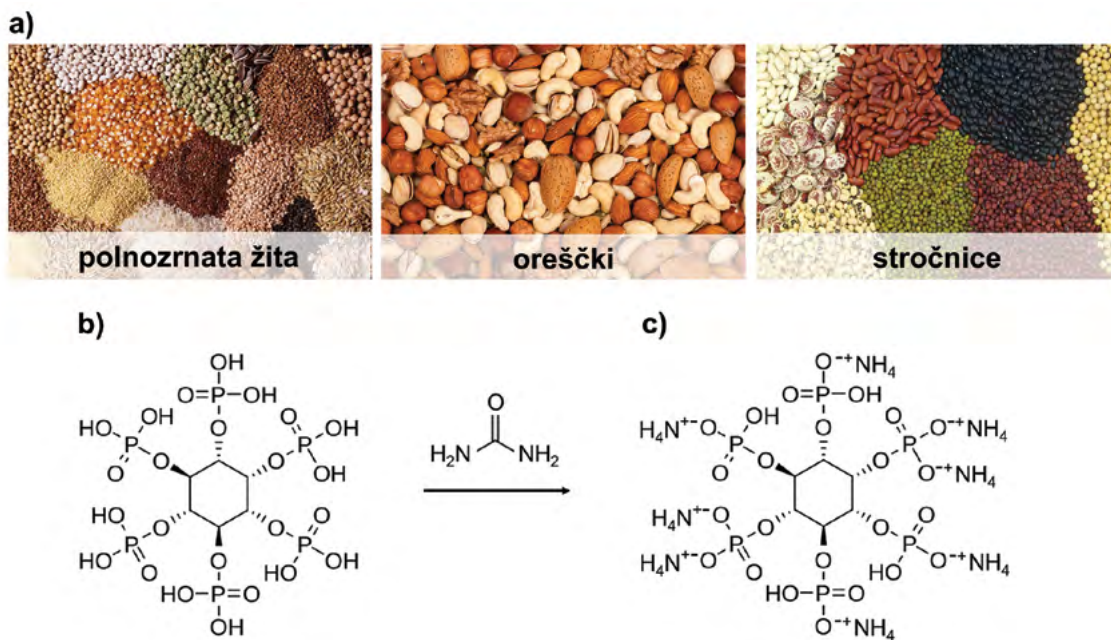
protimikrobna sredstva že uveljavljali izvlečki lupin granatnega jabolka, listov čajevca in aloe vere, korenike kurkume, lubja cimeta in cvetov sivke [15]. Pomembna pomanjkljivost bioaktivnih spojin je, da nimajo velike afinitete do tekstilnih vlaken, se iz njih z lahkoto izlužijo in zato nanosi niso pralno obstojni.

2.2 Ognjevarna apretura

Naravna ognjevarna sredstva imajo velik gospodarski pomen, saj so bila v preteklih desetletjih številna zelo učinkovita ognjevarna sredstva, predvsem na podlagi halogenskih in fosforhalogenskih spojin prepovedana za prodajo zaradi svoje karcinogenosti, mutagenosti, bioakumulativnosti in persistentnosti [20]. In prav prepoved njihove uporabe je vodila do novih pristopov za razvoj nestrupenih ognjevarnih sredstev iz obnovljivih virov, med njimi tudi biomakromolekul in biosnovanih ognjevarnih snovi. Med biomolekulami so se kot ognjevarna sredstva že uveljavili različni proteini, kot so kazeini in sirotkini proteini, ter deoksiribonukleinska kislina [21], med biosnovanimi spojinami pa fitinska kislina in nje-

na sol amonijev fitat [22]. Te molekule so bogate s fosforjem in dušikom, ki pomembno pripomoreta k zaviranju gorenja.

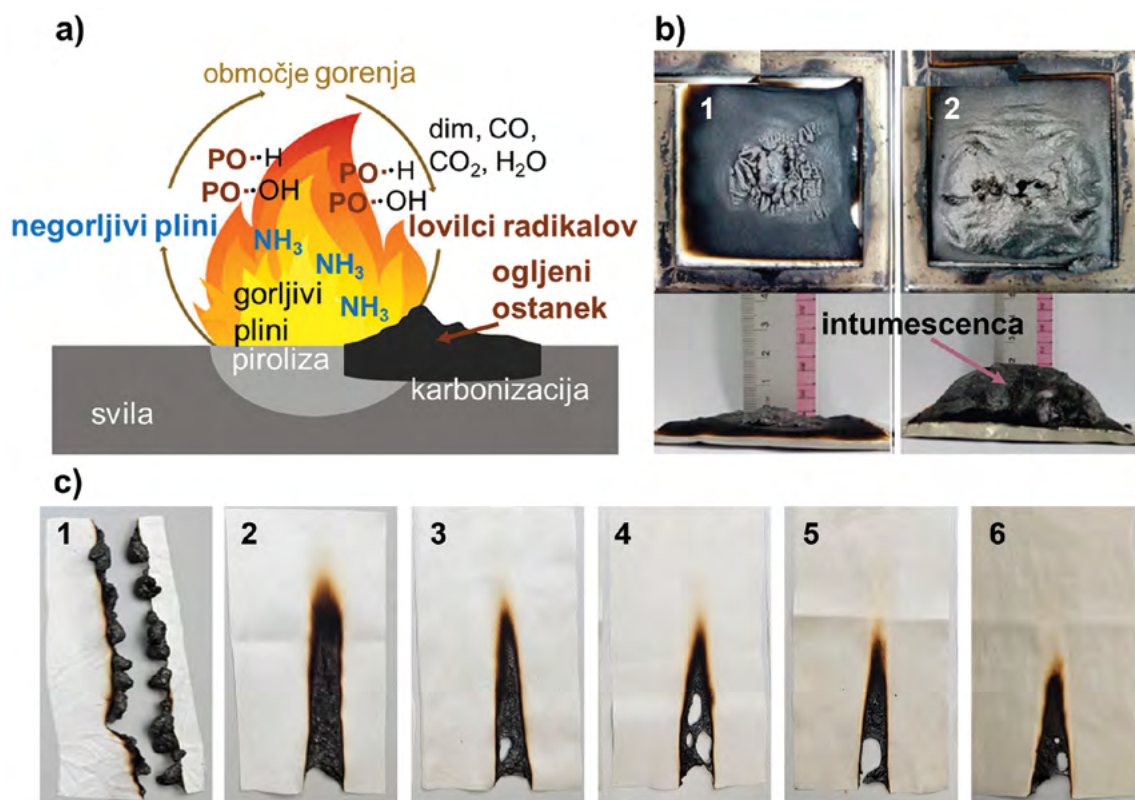
Fitinska kislina in amonijev fitat sta danes že splošno uporabljene naravni ognjevarni sredstva za tekstilije, tudi svilene [23–25]. Vir fitinske kisline so različne rastline, kjer deluje kot zaščita pred oksidacijo in vir fosforja. Nahaja se v semenskih ovojnicah nekaterih žit, v ovojnicah oreškov, semenih stročnic ter v sončničnih, bučnih, sezamovih in lanenih semenih (slika 4a). Pridobiva se iz stranskih produktov prehranske industrije, največkrat s kislinsko ali encimsko ekstrakcijo. Fitinska kislina vključuje v svoji strukturi šest fosfatnih skupin (slika 4b), kar pomeni visoko, približno 28-odstotno vsebnost fosforja. Mehanizem njenega ognjevarnega delovanja temelji na razgradnji fosfatnih skupin pri termičnem razpadu in sproščanju fosforne in oligofosforne kisline, ki katalizirata dehidracijo in karbonizacijo organske matrice ter pospešita tvorbo toplotno stabilnega ogljenega ostanka [26]. Ta preprečuje dostop kisika in toplote do preostalega organskega materiala, kar močno upočasni gorenje.



Slika 4: Pomembni rastlinski viri fitinske kisline (a) in sinteza amonijevega fitata (c) iz fitinske kisline (b) [27] v prisotnosti sečnine

Največja pomanjkljivost fitinske kisline je njen kisli karakter, zaradi česar lahko povzroči hidrolitični razpad tekstilij. Zato je fitinsko kislino nadomestil amonijev fitat (slika 4c), ki nastane pri reakciji fitinske kisline s sečnino. Kombinacija fosforja in dušika v strukturi omogoča sinergijski učinek pri ognjevarnem delovanju. Medtem ko fosforne in oligofosforne kisline pospešijo tvorbo ogljenega ostanka, se hkrati iz amonijevih skupin sproščajo plini (npr. NH_3 , H_2O), ki povzročijo nabrekanje (intumescenco)

ogljenega sloja ter s tem nastanek porozne zaščitne pene (slika 5a) [25, 28]. Ta penasti ogljeni sloj deluje kot toplotna in kisikova pregrada, ki zavira nadaljnje gorenje ter zmanjšuje hitrost sproščanja toplote. Poleg tega sproščeni plini redčijo vnetljive produkte v plinski zmesi, ki obdaja vlakna, kar dodatno izboljša ognjevarno učinkovitost. Zato nanos amonijevega fitata že pri nizkih koncentracijah povzroči samougasnitev svilene tkanine (slika 5b).

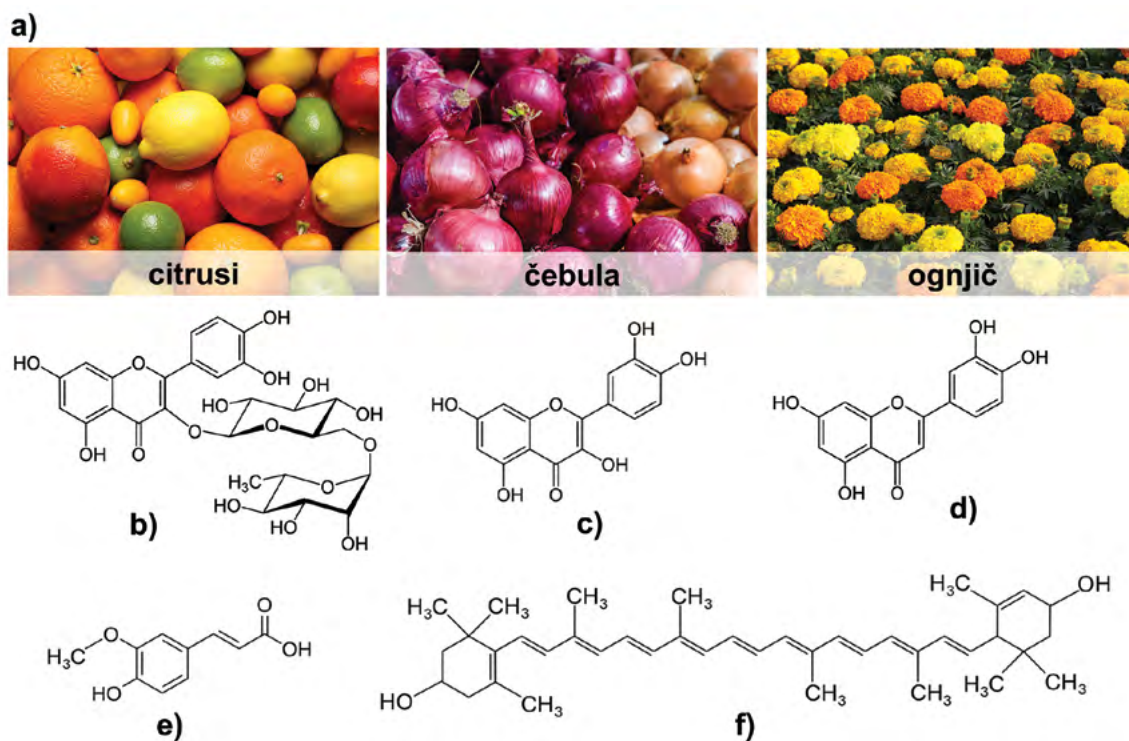


Slika 5: Mehanizem ognjevarnega delovanja amonijevega fitata (a), intumescenčni ogljeni ostanek po izgoranju vzorca neapretirane svilene tkanine (1) in vzorca svilene tkanine (2), apretirane z 10-odstotno raztopino amonijevega fitata (b) (ponatis z dovoljenjem iz [25], avtorske pravice Elsevier 2023), fotografije vzorcev neapretirane svilene tkanine (1) in vzorcev svilene tkanine, apretirane z naraščajočo koncentracijo (2 – najnižja, 6 – najvišja) amonijevega fitata po opravljenem vertikalnem testu gorenja (c)

2.3 Zaščita pred UV-žarki

Zaradi svoje multifunkcionalnosti so nekateri naravni UV-absorberji že izpodrinili sintetična UV-zaščitna sredstva, kot so benzotriazoli in benzofenoni [29, 30]. So sekundarni rastlinski metaboliti, ki rastline

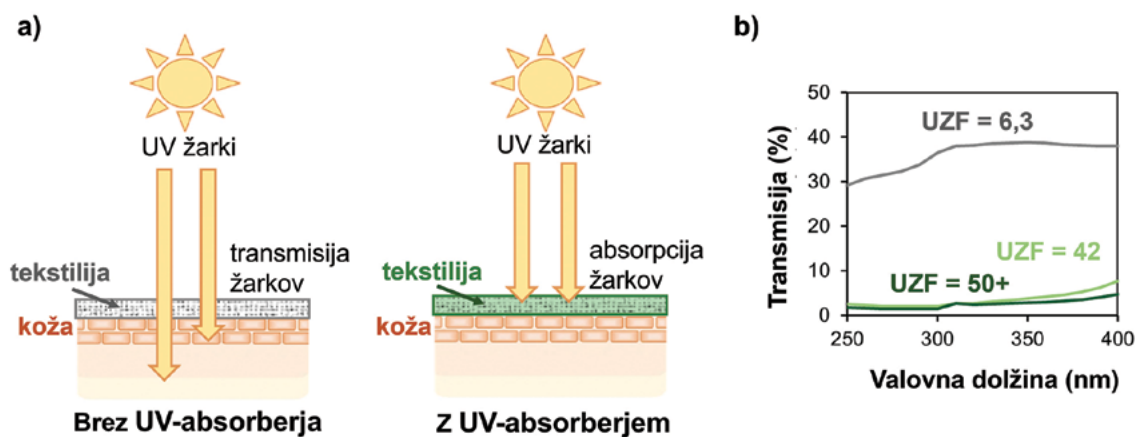
zaščitijo pred poškodbami z UV-žarki. Med njimi so pomembni flavonoidi, tanini, fenolne kisline, karotenoidi in kumarini, ekstrahirani iz različnih rastlinskih delov (slika 6).



Slika 6: Pomembni viri bioaktivnih spojin z UV-zaščitnim delovanjem (a), kemijska struktura rutina (b) [32], kvercetina (c) [33], luteolina (d) [34], ferulne kisline (e) [35] in luteina (f) [36]

Mehanizem delovanja naravnih UV-absorberjev je neposredno povezan z njihovo kemijsko strukturo, saj so to aromatske spojine s konjugiranimi vezmi, ki so sposobne absorbirati energijo UVA (z valovno dolžino 320–400 nm) in UVB (280–320 nm) območij in jo pretvoriti ter sprostiti kot toplotno

energijo (slika 7). Ker večina teh spojin vključuje tudi hidroksilne funkcionalne skupine, ki lahko lovijo proste radikale, nastale med izpostavljenostjo UV-sevanju, delujejo antioksidativno, kar zmanjša verjetnost oksidativnih poškodb, nastalih na tekstilih [30, 31]. To pomeni veliko prednost naravnih



Slika 7: Mehanizem delovanja UV-absorberja na tekstiliji (a) (povzeto po [30]), transmissijski spekter in ultravijolični zaščitni faktor (UPF) neapretirane svilene tkanine (siva barva) in vzorcev svilene tkanine, apretirane z različnima UV-absorberjema (zelena barva) (c)

UV-absorberjev pred sintetičnimi pripravki, ki tega delovanja ne izkazujejo.

Med flavonoidi, ki so najučinkovitejši in najbolj fotostabilni naravni UV-absorberji za uporabo na tekstilih, zavzemata osrednji mesti rutin (slika 6b), ki je flavonolni glikozid in se največkrat pridobiva z ekstrakcijo olupkov citrusov ter listov in cvetov ajde, in kvercetin (slika 6c), katerega najbogatejši vir so zunanji sloji lupine čebule [24]. Za doseg visokih ultravijoličnih zaščitnih faktorjev (UZF) in hkratne večfunkcionalnosti se lahko flavonoidi uporabljajo v kombinaciji s tanini, kumarini ali karotenoidi, saj s tem zagotovijo absorpcijo UV-žarkov v širokem spektralnem območju, tekstilijam pa dajo tudi hkratne odlične antioksidativne, protimikrobne in protivnetne lastnosti, kot tudi barvo [37–39].

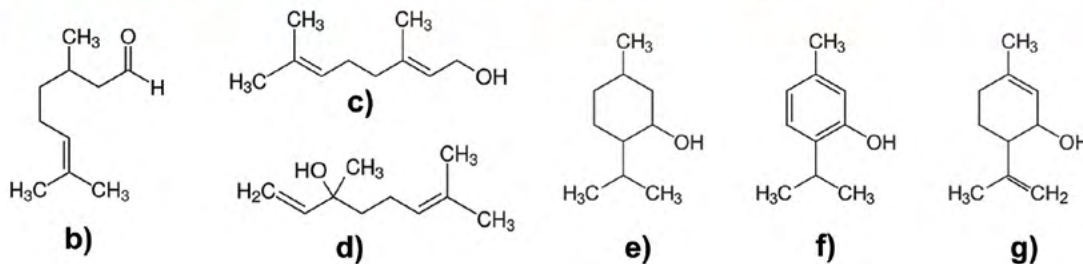
2.4 Zaščita pred insekti

Zaščita pred insekti je zgodovinsko in evolucijsko pogojena, saj so insekti kot prenašalci bolezni že od prazgodovine pomenili tveganje za preživetje ljudi. Medtem ko so za zatiranje različnih insektov v 19. stoletju uporabljali naravne pripravke na podlagi arzena, nikotina in piretrina, je v 20. stoletju sledil velik razmah sintetičnih organskih insekticidov,

med njimi dikloro-difenil-trikloroetan, ki so jih pozneje množično prepovedali ali močno omejili njihovo uporabo zaradi visoke bioakumulativnosti, rakotvornosti, povzročitve hormonskih motenj pri ljudeh in strupenosti za številne živali [40]. Pri tem so zaradi dolgoletne uporabe sintetičnih insekticidov številni insekti postali odporni proti njim.

Uporaba naravnih sredstev za zaščito pred insekti je v današnjem času pridobila velik pomen, saj je bolj trajnostna, okolju prijazna, varna in dolgoročno učinkovita alternativa sintetičnim insekticidom [40, 41]. Že naši predniki so rastline, ki vsebujejo specifične spojine in s svojim vonjem odganjajo žuželke, sadili v domačem okolju, prav tako pa iz njih delali pripravke za zatiranje insektov. Med njimi so zelo učinkovita eterična olja, pridobljena iz limonske trave (med njimi citronela), evkaliptusa, sivke, žajblja, poprove mete, bazilike, rožmarina in čajevca. Le-ta vključujejo naravne terpenoide (slika 8), sekundarne rastlinske metabolite, ki imajo zaščitno funkcijo kot repelenti in odganjajo različne insekte. Njihovo delovanje temelji na več hkratnih mehanizmih, ki vključujejo blokiranje vohalnih receptorjev insektov, motenje njihovega živčnega sistema, aktivacijo senzoričnih kanalov, ki insektom povzročijo draženje

a)

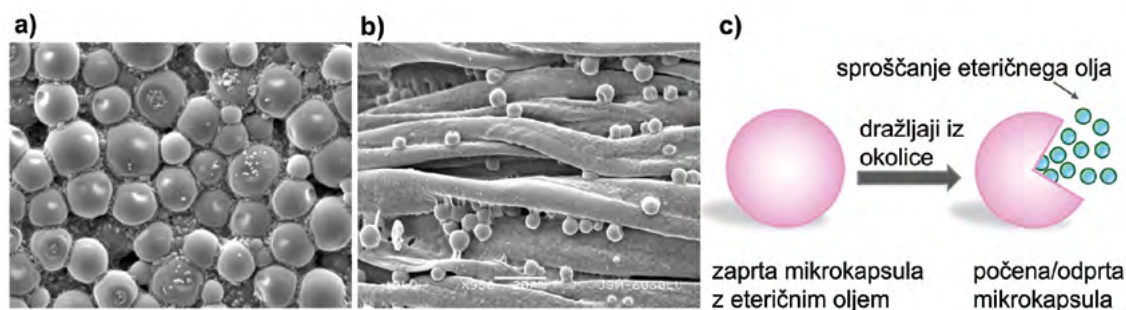


Slika 8: Pomembni rastlinski viri eteričnih olj (a), kemijska struktura citonelala (b) [42], geraniola (c) [43], linalola (d) [44], mentola (e) [45], timola (f) [46] in limonena (g) [47]

oziroma stresni odziv, in maskiranje telesnih vonjav gostitelja. Ker so naravni repelenti hitro razgradljivi na svetlobi, ne pomenijo dolgotrajne kontaminacije ter so zato tudi manj nevarni za ljudi in čebele.

Pomembna pomanjkljivost eteričnih olj kot zaščitnih sredstev pred insekti so slaba topnost v vodi, kemijska nestabilnost in visoka hlapnost. Za povečanje stabilnosti bioaktivnih spojin in zagoto-

vitev nadzorovanega sproščanja s tekstilije eterična olja nano- ali mikrokapsulirajo in jih nanašajo v prisotnosti veziv (sliki 9a in 9b) [48, 49]. Glede na strukturo nano- oziroma mikrokapsul se iz njih sproščajo zaradi trenja, pod vplivom vlage ali temperature, lahko tudi s časom (slika 9c). To bistveno podaljša in poveča učinkovitost njihovega repelentnega delovanja.



Slika 9: Disperzija mikrokapsul z eteričnim oljem (a), mikrokapsule na površini tekstilnih vlaken (b), shematični prikaz nadzorovanega sproščanja eteričnega olja iz počene oziroma odprte mikrokapsule zaradi dražljajev iz okolice (c)

3 Sklep

Raziskava potrjuje, da imajo biopolimeri in bioosnovane spojine velik potencial kot kemijska apreturna sredstva v naprednih plemenitilnih postopkih za doseg večfunkcionalnih zaščitnih lastnosti tekstilij. Ne pomenijo le tehnološkega izziva, temveč tudi priložnost za preoblikovanje tekstilij, tudi svilenih, v visokozmogljive, okoljsko odgovorne materiale. Razumevanje povezave med kemijskimi strukturami naravnih učinkovin in mehanizmi njihovega delovanja pomembno pripomore k njihovi učinkoviti uporabi. Optimizacija postopkov njihovega nanosa in razvoj inovativnih pristopov za povečanje pralne obstojnosti apretur pa še vedno ostajata aktualni in pereči raziskovalni temi.

Zahvala: Raziskava je bila opravljena v okviru velikega interdisciplinarnega projekta Univerze v Ljubljani Nova evropska svila. Avtorici se zahvaljujeta študentki Maji Blagojevič za fotografije vertikalnega testa gorenja (slika 5c) in asist. dr. Barbari Golja za

vrstična elektronska mikroskopska posnetka disperzije mikrokapsul in tekstilnih vlaken z nanosenimi mikrokapsulami (sliki 9a in 9b).

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

Viri

1. Babu, K. M. (2013). *Silk: Processing, properties and application* (1st ed.). Woodhead Publishing.
2. Wang, H.-Y., Zhang, Y., Zhang, M., & Zhang, Y.-Q. (2024). Functional modification of silk fibroin from silkworms and its application to medical biomaterials: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 259(1), 129099. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.129099>
3. Schindler, W. D., & Hauser, P. J. (2004). *Chemical finishing of textiles*. Woodhead Publishing.

4. Raj, A., Chowdhury, A., & Ali, S. W. (2022). Green chemistry: Its opportunities and challenges in colouration and chemical finishing of textiles. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 27, 100689. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100689>
5. Yadav, M., Goswami, P., Paritosh, K., Kumar, M., Pareek, N., & Vivekanand, V. (2019). Seafood waste: A source for preparation of commercially employable chitin/chitosan materials. *Biore-source and Bioprocessing*, 6(8), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40643-019-0243-y>
6. Yu, Y., Su, Z., Peng, Y., Zhong, Y., Wang, L., Xin, M., & Li, M. (2025). Recent advances in modifications, biotechnology, and biomedical applications of chitosan-based materials: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 289, 138772. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.138772>
7. Simončič, B., & Tomšič, B. (2017). Recent concepts of antimicrobial textile finishes. In K. L. Mittal & T. Bahners (Eds.), *Textile finishing: Recent developments and future trends* (pp. 3–68). John Wiley & Sons.
8. Chitosan. (2026, February 3). In *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Chitosan>
9. Li, J., & Zhuang, S. (2020). Antibacterial activity of chitosan and its derivatives and their interaction mechanism with bacteria: Current state and perspectives. *European Polymer Journal*, 138, 109984. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2020.109984>
10. Simončič, B., & Tomšič, B. (2010). Structures of novel antimicrobial agents for textiles. *Textile Research Journal*, 80(16), 1721–1737. <https://doi.org/10.1177/0040517510363193>
11. Babu, K. M., & Ravindra, K. B. (2015). Bioactive antimicrobial agents for finishing of textiles for health care products. *The Journal of The Textile Institute*, 106(7), 706–717. <https://doi.org/10.1080/00405000.2014.936670>
12. Repon, M. R., Islam, T., Islam, T., Ghorab, A. E., & Rahman, M. M. (2023). Cleaner pathway for developing bioactive textile materials using natural dyes: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 48793–48823. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26131-0>
13. Hossain, M. M., Islam, T., Jalil, M. A., Rakibuzzaman, S. M., Surid, S. M., Zayed, M. R. I., Talukder, A., & Hossain, S. (2024). Advancements of eco-friendly natural antimicrobial agents and their transformative role in sustainable textiles. *SPE Polymers*, 5, 241–276. <https://doi.org/10.1002/pls2.10135>
14. Shams Nateri, A., & Shams Nateri, F. (2025). Ecofriendly and sustainable antibacterial functionalization of medical textiles using natural dyes: A review. *Results in Chemistry*, 17, 102589. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2025.102589>
15. Mao, D., & Xu, H. (2024). The antimicrobial potential of plant-based natural dyes for textile dyeing: A systematic review using PRISMA. *AUTEX Research Journal*, 24(1), 20240016. <https://doi.org/10.1515/aut-2024-0016>
16. Punicalagin. (2025, July 18). In *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Punicalagin>
17. Aloin B [Image]. (2023, August 3). In *Wikimedia Commons*. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aloin_B.svg
18. Aloe emodin. (2026, January 18). In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Aloe_emodin
19. Turmeric. (2026, January 13). In *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Turmeric>
20. Šehić, A., ForteTavčer, P., & Simončič, B. (2016). Flame retardants and environmental issues = Ognjevarna sredstva in okoljski vidiki. *Tekstilec*, 59(3), 196–205. <http://www.tekstilec.si/wp-content/uploads/2016/09/196-205.pdf>
21. Malucelli, G. (2019). Biomacromolecules and bio-sourced products for the design of flame retardant fabrics: Current state of the art and future perspectives. *Molecules*, 24, 3774. <https://doi.org/10.3390/molecules24203774>
22. Liu, Y., Zhang, A., Cheng, Y., Li, M., Cui, Y., & Li, Z. (2023). Recent advances in biomass phytyc acid flame retardants. *Polymer Testing*, 124, 108100. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2023.108100>

23. Sykam, K., Försth, M., Sas, G., Restás, Á., & Das, O. (2021). Phytic acid: A bio-based flame retardant for cotton and wool fabrics. *Industrial Crops and Products*, 164, 113349. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113349>
24. Huang, Y.-T., Jin, W.-J., Guan, J.-P., Cheng, X.-W., & Chen, G. (2021). Functionalization of silk fabric using phytate urea salt for durable flame retardant performance. *Materials Today Communications*, 28, 102673. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2021.102673>
25. Cheng, X.-W., Song, J.-Y., Cui, M.-L., Dong, S., & Guan, J.-P. (2023). Reactive phytate-based intumescent flameretardant toward sustainable and durable functional coating of silk fabric. *Materials Today Sustainability*, 24, 100528. <https://doi.org/10.1016/j.mtsust.2023.100528>
26. Li, P., Wang, B., Xu, Y.-J., Jiang, Z., Dong, C., Liu, Y., & Zhu, P. (2019). Ecofriendly flameretardant cotton fabrics: Preparation, flame retardancy, thermal degradation properties and mechanism. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 7(23). <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b05523>
27. Phytic acid. (2026, January 10). In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Phytic_acid
28. Zuo, C., Guo, Y., Jiang, L., Yu, D., Chen, X., Ren, Y., & Liu, X. (2023). Fabrication of durable flame retardant PAN fibers through bio-based ammonium phytate surface modification and highly efficient thermal oxidation. *European Polymer Journal*, 196, 112304. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2023.112304>
29. Mavrič, Z., Tomšič, B., & Simončič, B. (2018). Recent advances in the ultraviolet protection finishing of textiles = Najsodobnejši izsledki na področju plemenitenja tekstilij za zaščito pred ultravijoličnim sevanjem. *Tekstilec*, 61(3), 201–220. <https://doi.org/10.14502/Tekstilec2018.61.201-220>
30. Milutinov, J., Pavlović, N., Ćirin, D., Atanacković Krstonošić, M., & Krstonošić, V. (2024). The potential of natural compounds in UV protection products. *Molecules*, 29(22), 5409. <https://doi.org/10.3390/molecules29225409>
31. Šmid, S., Verbič, A., Fras Zemljič, L., & Gorjanc, M. (2023). Ecofinishing of cotton with chitosan and giant goldenrod (*Solidago gigantea* Aiton) aqueous extract for development of antioxidant and UV protective textiles. *Journal of Natural Fibers*, 20(2), 1–13. <https://doi.org/10.1080/15440478.2023.2253371>
32. Rutin. (2025, December 7). In *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Rutin>
33. Quercetin (2025, December 24). In *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Quercetin>
34. Luteolin (2026, January 11). In *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Luteolin>
35. Ferulic acid. (2026, January 7). In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Ferulic_acid
36. Zhao, Z., Ci, F., Pang, H., Yu, O., Dong, R., & Xing, A. (2022). Advances in research on natural distribution, biosynthesis, detection, bioactivity, and application of lutein. *ACS Agricultural Science & Technology*, 2(2), 258–269. <https://doi.org/10.1021/acsagscitech.1c00284>
37. Calniquer, G., Khanin, M., Ovadia, H., Linniewiel-Hermoni, K., Stepensky, D., Trachtenberg, A., Sedlov, T., Braverman, O., Levy, J., & Sharoni, Y. (2021). Combined effects of carotenoids and polyphenols in balancing the response of skin cells to UV irradiation. *Molecules*, 26(7), 1931. <https://doi.org/10.3390/molecules26071931>
38. Chen, X., Deng, Z., Zheng, L., Zhang, B., Luo, T., & Li, H. (2021). Interaction between flavonoids and carotenoids on ameliorating oxidative stress and cellular uptake in different cells. *Foods*, 10(2), 3096. <https://doi.org/10.3390/foods10123096>
39. Hamoda, D. M., Abdelghaffar, R. A., ElBisi, M. K., ElMasry, H. M., & Elgohary, D. H. (2025). Functionalization of extracted materials from plant-based sources with chitosan as eco-friendly raw materials for multifunctional textiles. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, 37, 47. <https://doi.org/10.1007/s44444-025-00006-w>

40. Coetzee, D., Militky, J., & Venkataraman, M. (2022). Functional coatings by natural and synthetic agents for insect control and their applications. *Coatings*, 12(4), 476. <https://doi.org/10.3390/coatings12040476>
41. Chatha, S. A. S., Asgher, M., Asgher, R., Hussain, A. I., Iqbal, Y., Hussain, S. M., Bilal, M., Salem, F., & Iqbal, H. M. N. (2019). Environmentally responsive and anti-bugs textile finishes: Recent trends, challenges, and future perspectives. *Science of the Total Environment*, 690, 667–682. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.520>
42. Citronellal. (2025, July 5). In *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Citronellal>
43. Geraniol. (2025, December 19). In *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Geraniol>
44. Linalool. (2025, June 2). In *Wikipedia* <https://en.wikipedia.org/wiki/Linalool>
45. Menthol. (2026, January 27). In *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Menthol>
46. Thymol. (2025, December 29). In *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Thymol>
47. Limonen. (2025, August 7). In *Wikipedia*. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Limonen>
48. Tariq, H., Rehman, A., Raza, Z. A., Kishwar, F., & Abid, S. (2024). Recent progress in the microencapsulation of essential oils for sustainable functional textiles. *Polymer Bulletin*, 81, 7585–7629. <https://doi.org/10.1007/s00289-023-05092-x>
49. Naz, S., Javaid, S., Rehman, S. U., & Razzaq, H. (2025). Recent advances in polymer nanoencapsulation of essential oils for multi-functional textile finishing. *Materials Advances*, 6(8), 2460–2476. <https://doi.org/10.1039/D4MA01285B>

Klara Kostajnshek, Ljubica Bekjarova, Ana Petrović, Zala Žagar, Nika Poženel, Ivi Primožič, Iskra Stojchevska, Matejka Bizjak
Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje, Snežniška 5, 1000 Ljubljana, Slovenija

Tkanje svilenih žakarskih tkanin z različnimi uporabnimi lastnostmi

Weaving Silk Jacquard Fabrics with Various Useful Properties

Strokovni članek/Professional article

Prispelo/Received 12–2025 • Sprejeto/Accepted 1–2026

Korespondenčna avtorica/Corresponding author:

doc. dr. Klara Kostajnshek

E-pošta: klara.kostajnshek@ntf.uni-lj.si

ORCID iD: 0000-0002-3610-3867

Izvleček

Tkanje svilenih tkanin že stoletja velja za zahteven proces, kjer se znanje tehnologije prepleta z načrtovanjem in oblikovanjem. V evropskem prostoru imamo bogato tradicijo tkanja dragocenih svilenih tkanin, ki se je ponekod ohranila do danes. Kombiniranje svilenih niti različnih barv in struktur z ustreznimi vezavami omogoča izdelavo tkanin z edinstvenimi lastnostmi. V prispevku opisujemo načrtovanje žakarskih tkanin, pri katerih smo v votku uporabili svileno prejo. Tkanine smo načrtovali v CAD-sistemu za tkanje Arahne in izdelali devet tkanin v treh motivih, z različnimi konstrukcijskimi parametri, v različnih barvnih različicah in z različnim razmerjem votkov. Tkanine smo natkali na laboratorijskem tkalskem stroju. Uporabili smo kompleksne dvoosnovne, trivotkovne in dvojne tkanine z enim ali dvema svilenima vtokoma v kombinaciji z bombažnim vtokom, s čimer smo raziskali vpliv deleža svile na udobnostne in uporabne lastnosti tkanin, predvsem na odpornost proti obrabi. Tkaninam smo analizirali naslednje lastnosti: ploščinsko maso, debelino, UV-zaščito, zračno prepustnost in odpornost proti drgnjenju. Analiza žakarskih vzorcev, izdelanih iz različnih vezav in z različnim deležem svilenih niti, je pokazala, da struktura tkanine in delež svile pomembno vplivata na uporabne lastnosti. Potencial kompaktnih žakarskih tkanin iz svile in svilenih mešanic za uporabo v oblačilne in dekorativne namene je velik, zlasti z digitalizirano proizvodnjo, ki omogoča izdelavo luksuznih in unikatnih svilenih tkanin. Ključne besede: žakarske tkanine, svilen votek, kompleksne vezave, UV-lastnosti, odpornost proti drgnjenju

Abstract

For centuries, the weaving of silk fabrics has been considered a demanding process that requires technological expertise, careful planning and design. Europe has a rich tradition of producing precious silk textiles, a heritage still preserved in certain regions today. By combining silk yarns of different colours and structures with suitable weaves, fabrics with unique properties can be produced. This article presents the design of jacquard fabrics in which silk yarn was used in the weft. The fabrics were designed using the Arahne CAD weaving system and produced on a laboratory loom. In total, nine fabrics were manufactured with varying construction parameters, colour combinations and weft ratios. Complex two-warp, three-weft and double fabric structures incorporating one or two silk warps were used in combination with cotton weft to investigate the influence



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.

of silk content on the comfort and functional properties of the fabrics, with particular emphasis on abrasion resistance. The fabrics were analysed for areal weight, thickness, UV protection, air permeability and abrasion resistance. The results showed that both the fabric structure and the proportion of silk yarns significantly affect the functional performance of jacquard fabrics. Compact jacquard fabrics made from silk and silk blends show strong potential for use in clothing and decorative applications, especially in combination with digital production methods, which enable the creation of luxurious and distinctive silk textiles.

Keywords: jacquard fabrics, silk weft, complex weaves, UV properties, abrasion resistance

1 Uvod

Tehnike tkanja se uporabljajo že zelo dolgo; tkanine iz starih civilizacij, kot sta Egipt in Mezopotamija, segajo v leto 7000–8000 pr. n. št. Tkanje se je sčasoma razvilo od osnovnih ročnih tehnik do zapletenih mehaniziranih sistemov, zlasti v času industrijske revolucije. Tkanje svile se je razvilo v tradicionalno obrt, ki meji na tekstilno umetnost z edinstvenimi regionalnimi vzorci v državah, kot so Tajska, Kitajska in Indija. Na primer, svileni sariji iz Kanjeevarama in Banarasija, ki se pogosto uporabljajo v verskih in slovesnih obredih, so v Indiji zelo znani. Razlikujejo se po vzorcih, strukturi in tehniki tkanja. Kitajski svileni brokat ima dolgo zgodovino, ki sega v čas dinastije Han, in je cenjen zaradi ekstravagantnih vzorcev ter simboličnih elementov. Tajska svila, zlasti z območja Isan, je znana po dovršenih vzorcih mudmee (ikat) in metodah tkanja, ki so jih pogosto ustvarjale spretnе tkalke s podeželja [1].

Na začetku 20. stoletja je bilo tkanje svile v Evropi že uveljavljena industrija in prestižna obrt, katere korenine segajo v srednji vek. Svila je simbolizirala razkošje, status in prefinjenost, evropsko svilarstvo pa je dolgo uspešno tekmovalo z uvoženimi azijskimi svilenimi tkaninami predvsem zaradi visokakovostnega tkanja in značilnih razkošnih vzorcev. Vendar je 20. stoletje prineslo velike spremembe zaradi industrializacije, globalne trgovine, vojn in tehnoloških inovacij.

Po izdelavi svilenih tkanin je bilo v Evropi znanih več območij. V Franciji je bil Lyon najpomembnejše središče tkanja svile, kjer so izdelovali luksuzne svilene brokate, damaste in kompleksne žakarske vzorce. S temi tkaninami so oskrbovali številne modne hiše,

pozneje tudi Dior, Chanel in Givenchy. V Italiji so bila glavna središča svilarstva v Comu, Benetkah, Milanu in Firencah. Znani so bili po inovativnem oblikovanju in barvanju svilenih tkanin, Como pa je postal središče za tiskanje svile. V Italiji so svilarsko tradicijo uspešno prenesli v sodobno modno industrijo. V Združenem kraljestvu je bilo tkanje svile prisotno v Spitalfieldsu (London), vendar je na začetku 20. stoletja upadlo. Ohranila se je le proizvodnja specializiranih in ceremonialnih tkanin. Prisotnost svilarstva se najbolj odraža v močni tradiciji izobraževanja na področju tekstilnega oblikovanja in tekstilstva [2, 3]. V Nemčiji je bil Krefeld znan kot »mesto svile in žameta«, saj so tam izdelovali najfinejše svilene tkanine in trakove ter sloveli po natančnosti in industrijski učinkovitosti [4]. V Španiji je bilo svilarstvo razvito v Barceloni, Granadi, Toledu, Cordobi in Valencii. V 20. stoletju se je ohranilo predvsem v Valencii, kjer so ohranili tradicionalno tkanje svile za liturgijske in ceremonialne namene. Še vedno vsako leto prirejajo festival Fallas, na katerem predstavljajo bogate svilene kostume [5].

Svilarstvo se je na ozemlju današnje Slovenije začelo razvijati že pred več kot pol tisočletja in je bilo pomemben del tekstilne panoge. Najprej se je svilarska dejavnost razvila v južni Italiji, od koder se je počasi širila proti severu in v naše kraje prišla v 15. ali 16. stoletju. V 18. stoletju je gojenje kokonov (svilogojstvo) spodbujala predvsem Marija Terezija, takrat so jajčeca sviloprejk razdeljevali po monarhiji. Leta 1728 je Francoz Pierre Toussaint Tabouret v Ljubljani odprl prvo manufakturo za svilene izdelke na Kranjskem in po mestu uredil nasade belih murv.

Čeprav je bilo na Kranjskem tkanje svilenih tkanin prisotno že vsaj sto let prej v obliki cehovske proizvodnje za lokalni trg, večjih manufakturnih obratov ni bilo. Proizvodnja svilenih kokonov je bila v domeni revežev, ki so dobili jajčeca, vzgojili sviloprejk in nato zapredke prodajali odvijalnicam. Gojenje sviloprejk in predelava domače svile sta se bolj ali manj uspešno razširila v vse regije, tako da je bilo še po drugi svetovni vojni na ozemlju Slovenije popisanih okoli 50.000 murv. Svilogojstvo in svilarstvo je v 60. letih 20. stoletja zamrlo zaradi konkurenčnega uvoza cenejše azijske svile [6].

V zgodnjem 20. stoletju so za tkanje svile še vedno uporabljali ročne statve in mehanske tkalske stroje. Razširili so se tudi žakarski tkalski stroji, ki so omogočali hitrejšo tkanje večjih in zahtevnejših vzorcev. Usposobljeni tkalci so imeli osrednjo vlogo pri tkanju, čeprav se je z večjo mehanizacijo in elektrifikacijo tkalnic v sredini 20. stoletja njihova vloga začela spreminjati. Z uvedbo avtomatskih mehanskih tkalskih strojev sta se povečali hitrost tkanja in kakovost svilenih tkanin. Konec 20. stoletja se je razvilo računalniško krmiljeno žakarsko tkanje, nastali so prvi računalniško podprti programi za oblikovanje tkanin. S tem razvojem se je zmanjšala potreba po ročnih spretnostih tkalcev, povečala pa potreba po tehničnem in računalniškem znanju. Prva in druga svetovna vojna sta prinesli številne spremembe tudi v tekstilni industriji in predvsem pomanjkanje svile,

zato so jo začela izpodrivati kemična vlakna, kot je viskozni rajon, pozneje pa poliester in poliamid. Konec 20. stoletja je izdelava svilenih tkanin močno upadla, obdržalo pa se je tkanje svile za potrebe visoke mode, tradicionalnih in slovesnih tkanin ter svilenih mešanic. Številne tradicionalne tkalnice so zaprle vrata, vendar je znanje tkanja svile preživel v manjših specializiranih podjetjih [7].

Tkanje svile danes poteka z bolj zapletenimi vzorci na različnih vrstah ročnih statev in sodobnih tkalskih strojih. Ročne statve, ki jih uporabljajo tradicionalni tkalci svile in jih pogosto najdemo v krajih, kot so Baranasi v Indiji, Suzhou na Kitajskem in Lyon v Franciji, se uporabljajo predvsem za obrtniško in umetnostno tkanje [1]. S pomočjo metod, izkušenj in tehnik, ki se prenašajo skozi desetletja, tkalci ustvarjajo razkošne francoske žakarje, kitajske svilene tapiserije in brokate. Pri proizvodnji svilenih tkanin v industrijskem okolju prevladuje digitalizirana proizvodnja, uporaba sistemov CAD/CAM in elektronskih žakarskih mehanizmov, kar močno poveča učinkovitost in produktivnost ter zmanjšuje potrebo po ročnem delu. Zaradi kulturnega pomena in velikega povpraševanja po ročno izdelanih vrhunskih materialih je tradicionalno tkanje svile kljub tehnološkemu razvoju še vedno zelo priljubljeno na številnih področjih [1].

Najpogostejše svilene tkanine so podane v preglednici 1.

Preglednica 1: Svilene tkanine

Ime tkanine	Vezava	Uporaba
Saten	Vezava atlas z značilnimi flotirajočimi nitmi, ki ustvarijo gladko in lesketajočo se površino, mehka tkanina	Večerna oblačila, formalna oblačila, podloge, posteljnina
Taft	Preprosta gosta tkanina v vezavi platno, nekoliko toga na otip	Podloge, poročne obleke, oblačila
Brokat	Težja žakarska tkanina z dodanimi srebrnimi ali zlatimi nitmi, z reliefno površino in zahtevnimi motivi	Dekoratívna tkanina, za oblazinjenje, tradicionalna in obredna oblačila, za večerna oblačila
Damast	Listni in žakarski damast, značilen je obojestranski vzorec iz kontrastnih področij, kjer je temeljna vezava atlas v kombinaciji s platnom ali keprom. Značilni so večji enobarvni ali večbarvni geometrijski motivi in motivi rož.	Prti, dekorativne tkanine, za oblazinjenje, formalna oblačila (tudi zgodovinska)
Habutai (Habutae)	Fina in lahka svilena tkanina v vezavi platno, značilna za vzhodno Azijo	Ženske obleke in bluze
Dupion	Srednje težka tkanina v vezavi platno iz neenakomernih svilenih niti iz dvojnih kokonov, značilni so vozlički in neenakomerna struktura	Za formalna oblačila, obleke s teksturiranim videzom, hišne tekstilije
Žoržet	Krep tkanina, izdelana iz krep preje ali s krep vezavo, lahka in nežna tkanina	Obleke in bluze z mehkim padcem
Šantung	Tkanina v vezavi platno, izdelana iz neenakomernih svilenih niti, s togim otipom	Voluminozne obleke, jakne, poročna oblačila
Krep svila	Tkanina, izdelana v krep vezavi ali iz močno vite preje, ima togo strukturo	Za tradicionalna oblačila in voluminozne obleke
Organza	Prosojna tkanina, izdelana iz finih svilenih niti, včasih iz grenadin sukane preje	Poročna in večerna oblačila

Pobude za oživljanje svilarstva se v Sloveniji pojavljajo v zadnjih desetih letih, zato je bil prijavljen obsežen interdisciplinarni projekt Nova evropska svila. V prvi fazi projekta smo načrtovali laboratorijsko izdelavo ročno tkanih tkanin iz ročno predene svile in strojno izdelanih žakarskih tkanin na elektronskem žakarskem stroju, pri čemer smo v votku uporabili svilo. Žakarske tkanine smo preizkusili glede vseh pomembnih lastnosti ter jih ocenili s tehnološkega in uporabnega vidika.

2 Eksperimentalni del

Načrtovali in izdelali smo žakarske tkanine v treh različnih motivih, z različnimi strukturami ter z uporabo predivnih svilenih prej v votku ter raziskali vpliv deleža svile na udobnostne in uporabne lastnosti tkanin,

predvsem glede odpornosti proti drgnjenju in obrabi. Cilj raziskave je določiti potencial tkanin iz svile in svilenih mešanic za uporabo v oblačilne in dekorativne namene, saj sodobna digitalizirana proizvodnja žakarskih tkanin omogoča izdelavo luksuznih in unikatnih svilenih tkanin po naročilu.

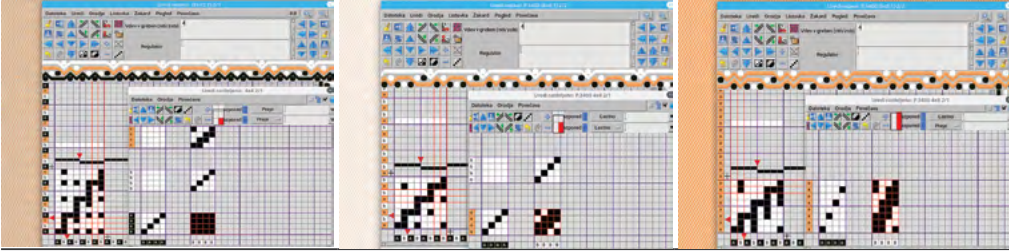
Žakarske tkanine so bile oblikovane in načrtovane v programu CAD Arahne za tkanje v okviru predmeta Mehanska funkcionalizacija tkanin in Tkanje. Uporabljene so bile kompleksne dvoosovne-trivotkovne in dvojne tkanine z enim ali dvema svilenima vtokoma v kombinaciji z bombažnim vtokom (preglednica 2), s čimer smo raziskali vpliv deleža svile na udobnostne in uporabne lastnosti tkanin, predvsem glede odpornosti proti obrabi.

Devet žakarskih tkanin s svilo v votku je bilo izdelanih na laboratorijskem tkalskem stroju Mini-

faber z elektronskim žakarjem T.I.S. V osnovi smo uporabili bombažno prejo z dolžinsko maso 2×8 tex, gostota osnovnih niti na stroju je bila 40 niti/cm. V votku smo uporabili predivno svileno prejo z

dolžinsko maso 70 tex v oranžno-rjavem odtenku in debelejšo svileno prejo z dolžinsko maso 124 tex v natur odtenku. Gostota votka je bila nastavljena na 25 oziroma 40 niti/cm.

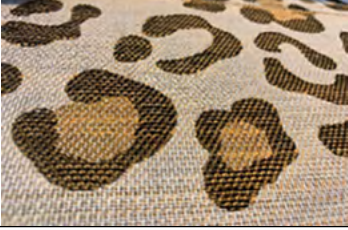
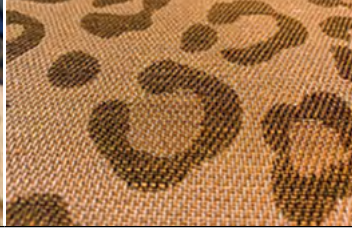
Preglednica 2: Struktura tkanin

	Tkanina - 3 VOTKI	Tkanina - 2 VOTKA	Tkanina - 1 VOTEK
Osnova	Vzorec snovanja: 1A 1B A...bela (CO, 8 tex $\times$ 2) B...črna (CO, 8 tex $\times$ 2)	Vzorec snovanja: 1A 1B A...bela (CO, 8 tex $\times$ 2) B...črna (CO, 8 tex $\times$ 2)	Vzorec snovanja: 1A 1B A...bela (CO, 8 tex $\times$ 2) B...črna (CO, 8 tex $\times$ 2)
g_o (niti/cm)	40	40	40
Votek	Vzorec tkanja: 1a 1b 1c a...bela (CO, 8 tex $\times$ 2) b...črna (CO, 8 tex $\times$ 2) c...oranžno-rjava (SE 70 tex)	Vzorec tkanja: 1a 1b a...oranžno-rjava (SE 70 tex) b...natur (SE 124 tex)	Vzorec tkanja: 1a a...oranžno-rjava (SE 70 tex)
g_v (niti/cm)	40	25	25
Vezava	Dvoosnovna-trivotkovna vezava iz keprov	Dvojna tkanina keprov	Dvojna tkanina iz keprov
Vzornice			
	Temno rjav barvni efekt na tkanini		
			
	Svetlo rjav barvni efekt na tkanini		
			
	Nasvetlejši (bež) rjav barvni efekt na tkanini		

V preglednici 3 so prikazane žakarske tkanine z različnimi vzorci, izdelane z različnim številom votkov. Z uporabo različnih votkov, vzorcev tkanja in nastavit-

vami gostote votka na stroju smo dosegli različne vizualne efekte, debeline in kompaktnost žakarskih tkanin, kar se odraža v njihovih uporabnih lastnostih.

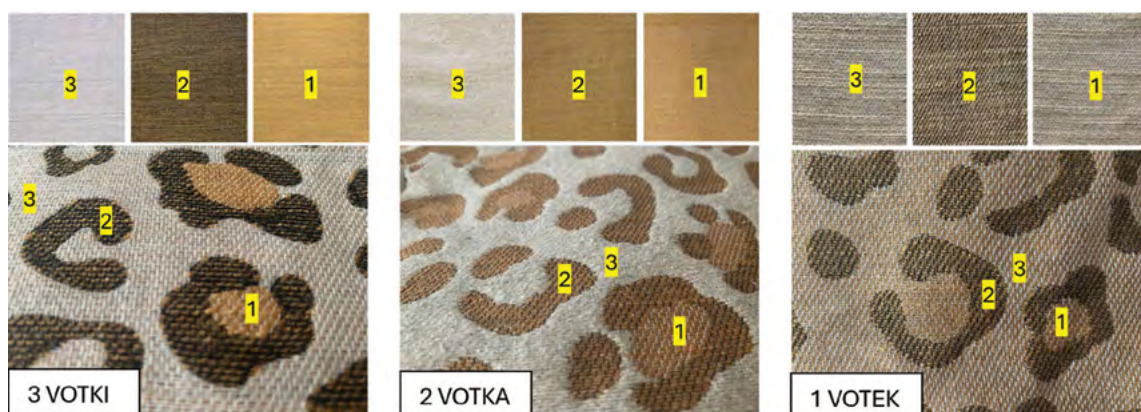
Preglednica 3: Žakarske tkanine v različnih motivih in z različnim vzorcem tkanja

Vzorec	Vzorec tkanja		
	1a 1b 1c	1a 1b	1a
	$g_v = 40$ niti/cm	$g_v = 25$ niti/cm	$g_v = 25$ niti/cm
Ptica			
Motiv			
Gepard			

Tkaninam so bile analizirane naslednje lastnosti: ploščinska masa (SIST EN 12127), debelina (SIST EN ISO 5084), UV-zaščita (AS/NZS 4399 – merjenje smo izvajali po standardu SIST EN 13758-1:2002), zračna prepustnost (SIST EN ISO 9237) in odpornost proti drgnjenju (ISO 12947-2, ISO 12947-4).

3 Rezultati z razpravo

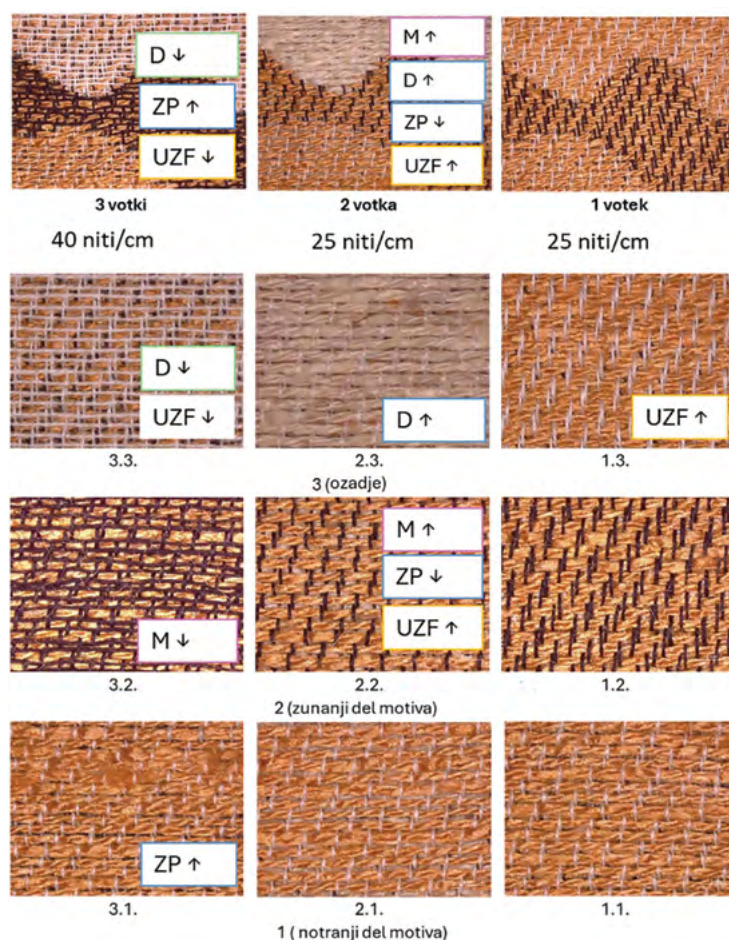
Iz preiskav na žakarskih vzorcih, izdelanih iz različnih vezav in z različnim deležem svilenih niti, smo ugotovili, da struktura tkanine in delež svile pomembno vplivata na njihove lastnosti. Zato smo izdelali devet tkanin iz različnih vezav oziroma z različnim vzorcem tkanja svilenih votkov. Tako smo analizirali vpliv različnega deleža svilenega votka na licu tkanine z enako konstrukcijo, brez vpliva razporeditve vzorca po površini tkanine. Na sliki 1 so prikazane oznake barvnih območij v žakarskem vzorcu pri tkaninah s tremi, dvema in enim votkom.



Slika 1: Vezavni efekti v žakarskih vzorcih s tremi, dvema in enim votkom, označeni kot 3.3, 3.2., 3.1.; 2.3., 2.2., 2.1.; 1.3., 1.2., 1.1

Na sliki 2 so prikazane različne strukture žakarskih tkanin z oznakami vzorcev ter grafični prikaz sprememb osnovnih lastnosti glede na strukturo tkanine. Rezultati preiskav žakarskih vzorcev, izdelanih iz

različnih vezav in z različnim deležem svilenih niti, so pokazali, da struktura tkanine in delež svile pomembno vplivata na lastnosti (preglednica 4).



Slika 2: Struktura tkanin z oznakami vzorcev in grafičnim prikazom sprememb lastnosti: D – debelina tkanine, M – ploščinska masa tkanine, ZP – zračna prepustnost, UZF – ultravijolični zaščitni faktor

Preglednica 4: Lastnosti tkanin, izmerjene na žakarskih vzorcih ter po območjih različnih struktur tkanine

UZF (-)	3			2			1		
	3.3.	3.2.	3.1.	2.3.	2.2.	2.1.	1.3.	1.2.	1.1.
Območje ene vezave	43,6	57,2	62,3	123,4	285,1	165,9	221,6	62,0	51,2
Območje cele tkanine									
Gepard	36,6			195,9			67,3		
Ptica	35,2			213,1			63,7		
Motiv	39,6			253,6			170,5		
Zračna prepustnost, ZP ($\text{cm}^3\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	3			2			1		
	3.3.	3.2.	3.1.	2.3.	2.2.	2.1.	1.3.	1.2.	1.1.
Območje ene vezave	74,4	75,1	93,6	36,6	30,3	35,3	45,1	73,1	89,4
Območje cele tkanine									
Gepard	86,53			33,86			64,05		
Ptica	72,17			32,96			77,18		
Motiv	80,70			31,55			51,68		
Debelina, D (mm)	3			2			1		
	3.3.	3.2.	3.1.	2.3.	2.2.	2.1.	1.3.	1.2.	1.1.
Območje ene vezave	0,85	0,93	0,91	1,20	1,10	1,12	0,91	1,01	0,99
Območje cele tkanine									
Gepard	0,920			1,284			0,964		
Ptica	0,923			1,279			1,023		
Motiv	0,894			1,315			0,949		
Ploščinska masa, M (g/m^2)	3			2			1		
	3.3.	3.2.	3.1.	2.3.	2.2.	2.1.	1.3.	1.2.	1.1.
Območje ene vezave	226,0	221,0	219,0	327,0	330,0	324,0	253,0	262,0	256,0
Območje cele tkanine									
Gepard	229,3			341,5			252,0		
Ptica	227,5			336,0			251,0		
Motiv	227,5			345,5			251,5		

V preglednici 4 so v prvih vrsticah prikazane meritve UV-zaščite, iz katerih je razvidno, da imajo tkanine z enim svilenim votkom (skupina 1) vrednosti nad 50, kar pomeni, da dajejo odlično zaščito. Tkanine skupine 2 z dvema svilenima votkoma dajejo izvrstno zaščito pred UV-žarki ($\text{UZF} > 195$), vendar imajo zaradi kompaktne strukture slabšo zračno prepustnost ter visoko ploščinsko maso in debelino.

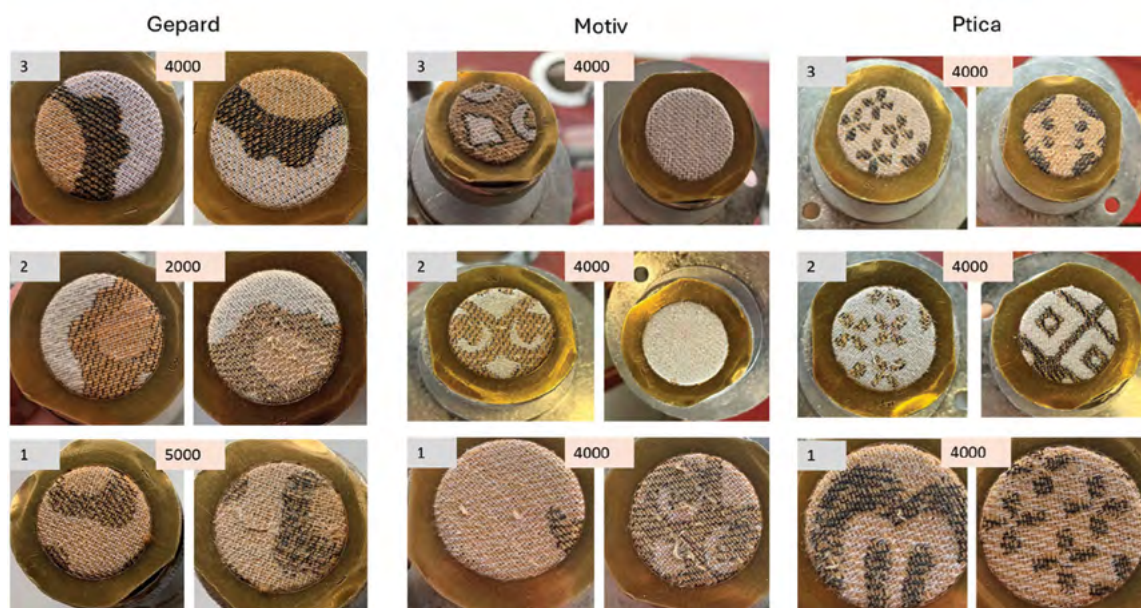
Tkanina, ki ima v votku kombinacijo svile in

bombaža, kljub kompaktni strukturi (najvišja gostota votka) in visoki ploščinski masi dosega najnižjo UV-zaščito. Vpliv bombažne preje v votku se kaže v dobri zračni prepustnosti.

Iz zadnjega dela preglednice 3 je razvidno, da so vse tkanine nekoliko manj odporne proti drgnjenju (2000–3000 obratov). V preglednici je navedeno število obratov ob prvem pretrgu niti. Najslabšo odpornost imajo tkanine skupine 2 z dvojnim svilenim

votkom, kar je posledica neenakomerne in grobe strukture svilenih niti. Slabša odpornost proti obrabi je razvidna iz slike 3, kjer so prikazani vzorci pred

preskusom odpornosti proti drgnjenju in po določenem številu obratov na testu vzdržljivosti Martindale.



Slika 3: Prikaz obrabe žakarskih vzorcev po določenem številu obratov pri testiranju odpornosti proti drgnjenju na aparatu Martindale

4 Sklep

Izvedene analize so pokazale, da je načrtovanje konstrukcijskih parametrov tkanin, zlasti deleža in vrste svilenih votkov, bistvenega pomena, saj pomembno vplivajo na zaščitne in uporabne lastnosti tkanin. Tkanine z enim svilenim votkom, pri katerih je na površini prisoten največji delež enake svilene preje, izkazujejo najbolj uravnoteženo kombinacijo UV-zaščite, zračne prepustnosti in odpornosti proti obrabi. S pomočjo sodobnih programskih orodij lahko z natančnim nadzorom površinske strukture in uporabo kombinacij konstrukcijskih parametrov, ki so se izkazale za najučinkovitejše, že v fazi načrtovanja optimiziramo lastnosti tkanin.

Sodobna digitalizirana proizvodnja žakarskih tkanin omogoča izdelavo luksuznih in unikatnih svilenih izdelkov oziroma personaliziranih tkanin po naročilu. Unikatne svilene tkanine se uporabljajo predvsem za oblačila visoke mode, velik potencial

pa imajo tudi pri personaliziranem notranjem oblikovanju bivalnih in poslovnih prostorov. Zaradi vse večjega povpraševanja po ročno izdelanih vrhunskih materialih je tradicionalno tkanje svile kljub tehnološkemu razvoju še vedno zelo priljubljeno na številnih področjih.

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

Viri

1. Thamizharasu, T., Srikanth, P., Madhanram, G., Vengateshkumar, M., & Maheswari, S. (2025). Silk production systems, making of silk fabric: Industrial aspects. In *Silk marketing dynamics: Scientific insights and future prospects for silk consumers*. SR edu publications.

2. MayfairSilk. (2025, October 17). *History of silk in Europe: Timeline, impact & essential facts*. <https://mayfairsilk.com/blogs/general/history-of-silk-in-europe-timeline-impact-essential-facts>
3. Mad'in Europe. (2023, December 19). *Understanding silk heritage*. <https://www.madineurope.eu/en/understanding-silk-heritage/>
4. Britannica Editors. (2024, October 13). *Krefeld*. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/place/Krefeld>
5. Spain.info. (n.d.). *The Silk Route in Valencia*. Retrieved February 4, 2026, from <https://www.spain.info/en/discover-spain/valencia-silk-route/>
6. Republika Slovenija. Ministrstvo za gospodarstvo, turizem in šport. (2025, April 4). *Ohranjanje in razvoj rokodelstva*. <https://www.gov.si/teme/ohranjanje-in-razvoj-rokodelstva/>
7. Bizjak, M. (1994). *Primerjalna analiza razvoja žakarskih strojev* (Magistrsko delo). Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje.

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 odgovornost 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.

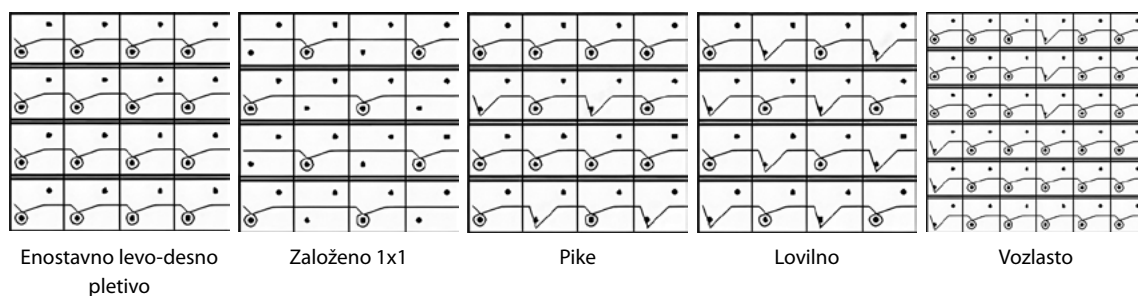
Preglednica 1: Primerjava lastnosti svile in volne [11]

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.

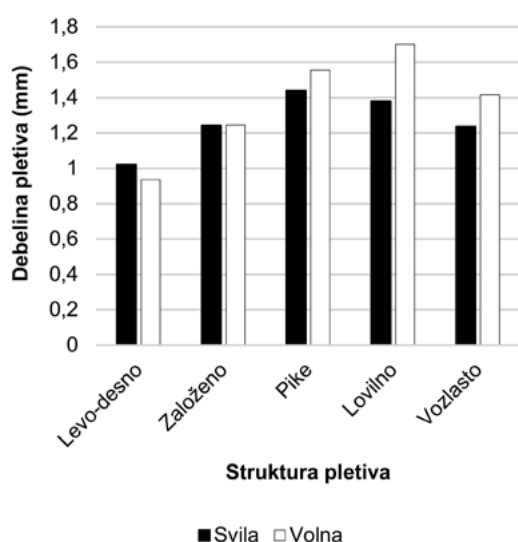
Volnena pletiva imajo tako v horizontalni kot vertikalni smeri večjo gostoto. Še bolj kot material na gostoto pletiva vpliva izbrana struktura pletiva. Največjo horizontalno gostoto imajo pletiva, napletena v vezavi založeno, kar je pričakovano, saj založene niti na hrbtni strani pletiva vplivajo na 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.

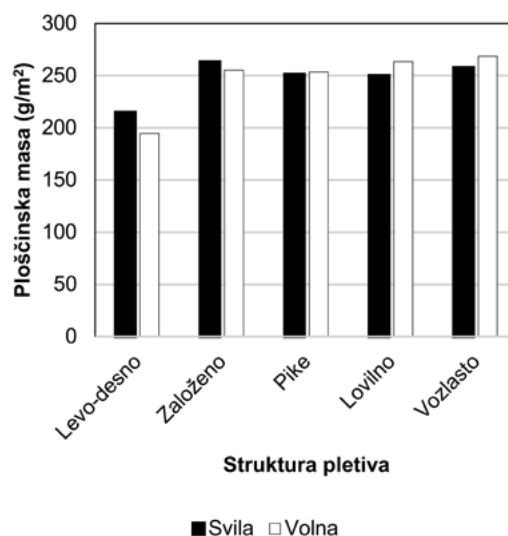


Slika 2: Debelina pletiv

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

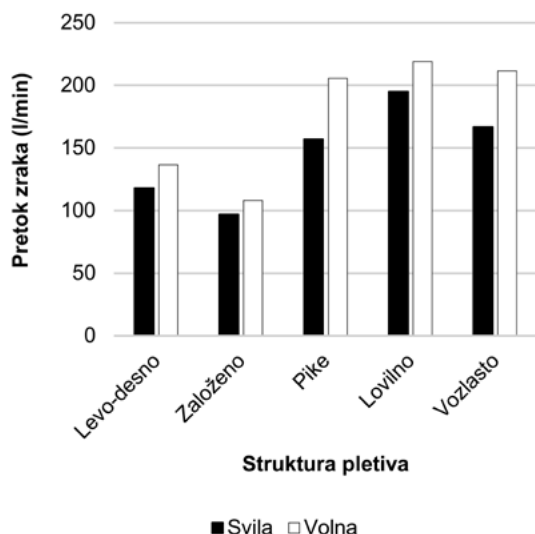
na več mikropor v preji. Volnena preja je v primerjavi s svileno pri isti dolžinski masi tudi bolj voluminozna, medtem ko je svilena gladka. Posledično je bolj voluminozna tudi volneno pletivo, kar pomeni, da je med vlakni več praznega prostora in za zrak več prehodnih poti. Svilena vlakna so gladka,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

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

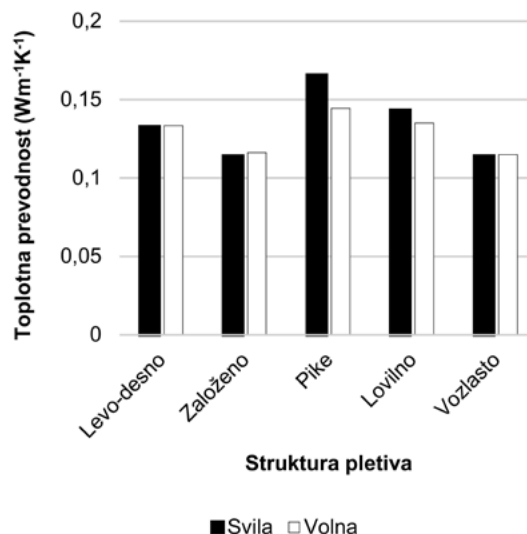
Na pretok zraka vpliva tudi struktura pletiva. Iz analize je razvidno, da imajo pletiva, pletena v strukturah z lovilnimi petljami, večji zračni pretok kot pletiva z enostavno levo-desnimi in založenimi vezavami. Lovilna pletiva imajo zaradi lovilnih petelj bolj odprto, luknjičasto strukturo, kar omogoča 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.

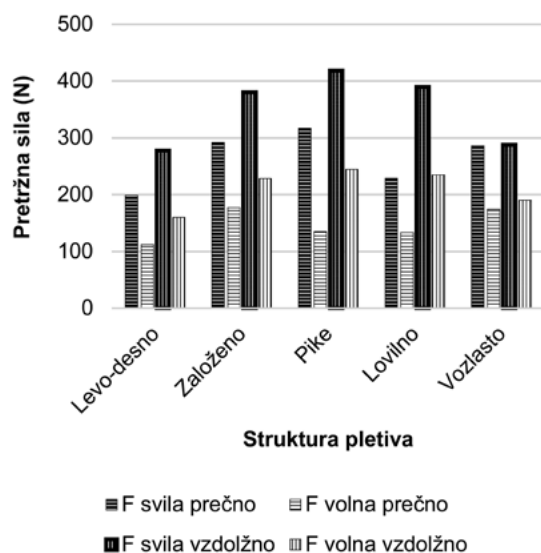
Najvišje pretržne sile v obeh smereh so izkazala pletiva v vezavi pike. Pri teh strukturah pravilno razporejene lovilne niti učinkovito prevzemajo in

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.

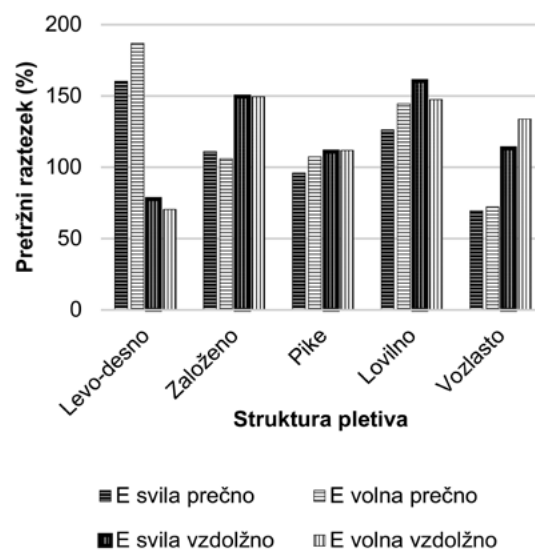
Analiza pretržnega raztezka (slika 7) kaže, da med svilenimi in volnenimi pletivi ni bistvenih razlik, kar pomeni, da vrsta preje v tem primeru ni ključni dejavnik. Pretržni raztezek je v večji meri odvisen od izbrane pletilske strukture in razporeditve zank.

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 pletiv 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.

Mateja Kert

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

Barvanje in tiskanje svilene tkanine s tržnimi naravnimi barvili za izdelavo barvnih kart

Dyeing and Printing of Silk Fabric with Commercial Natural Dyes for Colour Cards Design

Strokovni članek/Professional article

Prispelo/Received 1–2026 • Sprejeto/Accepted 1–2026

Korespondenčna avtorica/Corresponding author:

doc. dr. Mateja Kert

E-pošta: mateja.kert@ntf.uni-lj.si

ORCID iD: 0000-0003-0426-3193

Izvleček

V prispevku je predstavljen postopek barvanja in tiskanja svilene tkanine z naravnimi barvili ter testiranje najpogostejših barvnih obstojnosti (suho in mokro drgnjenje, pranje in svetloba) za izdelavo barvnih kart. Uporabljenih je bilo sedem tržnih naravnih barvil rastlinskega izvora v prahasti obliki. Barvanje in tiskanje je bilo izvedeno brez predhodne priprave vodnega izvlečka naravnega barvila. Raziskava je pokazala, da so izbrana tržna naravna barvila primerna tako za barvanje kot tiskanje svilene tkanine. Vizualne ocene barvnih obstojnosti so pokazale, da so obstojnosti močno odvisne od vrste rastline in vrste postopka nanosa. Za izboljšanje barvnih obstojnosti so nujno potrebne obdelave s čimžami (kovinske soli ali naravne čimže), ki zagotovijo večje izčrpanje barvila med postopkom barvanja in večje fiksiranje barvil med postopkom tiskanja ter močnejše interakcije barvilo-vlakno pri obeh postopkih aplikacije.

Ključne besede: barvanje, tiskanje, naravno barvilo, svila, barvna karta

Abstract

The dyeing and printing of silk fabrics with natural dyes, as well as their colour fastness to dry and wet rubbing, washing and light, were tested for the design of two colour cards. Seven commercial plant-based natural dyes in powder form were used. The dyeing and printing were performed without prior preparation of an aqueous extract of the natural dye. The results of the dyed and printed samples, together with the colourfastness tests, showed that the selected natural dyes are suitable for the dyeing and printing of silk fabrics. Visual grades of the performed colourfastness tests indicated that the results depend largely on the plant type and the application procedure used. To improve the colourfastness properties of dyed and printed silk fabrics, the use of mordants (metal salts or bio-mordants) is crucial, as they ensure higher exhaustion of natural dyes during the dyeing and better fixation during the printing, thus strengthening dye-fibre interactions in both application processes.

Keywords: dyeing, printing, natural dye, silk, colour card



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 je naravno beljakovinsko vlakno, pridobljeno iz kokonov, v katerega se ličinka metulja sviloprejke *Bombix mori* zabubi, predno se preobrazi v metulja [1]. Svilene tkanine se odlikujejo po edinstvenem lesku, lahкости, gladкости, prijetnem otipu, mehkosti in lastnostih drapiranja [2, 3]. V tekstilstvu se svilena vlakna uporabljajo že skoraj 5000 let [4]. Na človeški koži občutimo svilenost tkanino kot drugo kožo [5]. Svilene tkanine so prepustne za zrak, zagotavljajo izjemne toplotnoregulacijske lastnosti, nase vežejo visok odstotek vlage iz okolja, zaradi česar so oblačila iz teh vlaken udobna in prijetna za nošenje [3]. Svilo pogosto barvamo in tiskamo s kislimi, kovinsko kompleksnimi, reaktivnimi, direktnimi in naravnimi barvili [6]. Naravna barvila so organske spojine, pridobljene iz različnih delov rastlin (cvet, list, steblo, korenina, lubje, sadež), živali (ribe, mehkužci, členonožci in insekti – šelaj, košeniljka), mikroorganizmov (bakterije, alge in glive v primerjavi s sintetičnimi barvili [7, 9, 13, 15].) in mineralov (cinabarit, aerinit in lapis lazuli) [7–12]. Od začetka civilizacije so se naravna barvila uporabljala za barvanje in tiskanje različnih materialov, zlasti v tekstilni industriji [13]. Z odkritjem sintetičnega barvila (leta 1856) se je razmahnila sinteza sintetičnih barvil, zato so naravna barvila izgubila na pomenu. Sintetična barvila se odlikujejo po dobri barvni obstojnosti, enakomernosti obarvanja, ponovljivosti barv in odtenkov, kar za naravna barvila ne drži. Poznejša odkritja o škodljivosti sintetičnih barvil tako za človeka kot okolje zaradi karcenogenosti, mutagenosti in nezmožnosti biorazgradnje [7, 13] in čedalje večje skrbi za ohranitev okolja ter vpeljavajo trajnostnih postopkov v različne industrije, naravna barvila znova pridobivajo na svojem pomenu. Kljub zagotavljanju slabe barvne ponovljivosti, slabe svetlobne in pralne obstojnosti [14] pa se naravna barvila pridobivajo iz obnovljivih virov ter iz biorazgradljivih snovi, so okolju prijazna, manj strupena, v primerjavi s sintetičnimi barvili [7, 9, 13, 15] manj toksična, biorazgradljiva, ne povzročajo alergijskih

reakcij. Poleg naštetega zagotavljajo naravna barvila tudi zaščito pred ultravijoličnimi žarki, bakterijami in so dobri antioksidanti [7, 13, 15].

Namen raziskave je bil pobarvati in potiskati svilenostno tkanino s tržnimi prahastimi naravnimi barvili rastlinskega izvora in jih uporabiti pri izdelavi barvne karte. Barvila so bila uporabljena brez predhodne priprave vodnega ekstrakta. Pri obeh postopkih nanosa sta bili uporabljene dve koncentraciji barvila. Barvne obstojnosti pobarvanih in potiskanih tkanin pri mokrem in suhem drgnjenju, pranju ter na svetlobi so bile testirane v skladu z ustreznimi standardi SIST EN ISO. Izdelani barvni karti vključujeta pobarvane in potiskane vzorce svilene tkanine pri dveh različnih koncentracijah naravnega barvila, tržna imena uporabljenih naravnih barvil ter vizualne ocene testiranih barvnih obstojnosti.

2 Eksperimentalni del

2.1 Materiali

2.1.1 Tkanina

Pri barvanju in tiskanju smo uporabili tkanino iz 100-odstotne svile posrednika Luma d.o.o. s ploščinsko maso 70 g/m², v vezavi saten.

2.1.2 Barvila

Za obarvanje in tiskanje svilene tkanine smo uporabili sedem rastlinskih barvil posrednika Dena iz Turčije. Barvila so bila v obliki finega prahu in so bila

Preglednica 1: Naravna barvila, uporabljena v raziskavi

Ime naravnega barvila	Deli rastlin in sadežev kot vir naravnega barvila
Eco beige	orehove lupine
Sun Yellow	cvetovi rastline žametnice (lat. <i>Tagetes patula</i>)
Eco Saffron	cvetovi rastline <i>Bixa Orellana</i>
Jaipur pink	skorja palme <i>Areca Catechu</i>
Olive green	listi cvetoče murve (družina <i>Moraceae</i>)
Garnett brown	lupina granatnega jabolka
Grey G	hibiskus

kot taka uporabljena v postopku barvanja in tiskanja za izdelavo barvnih kart. V preglednici 1 so podana tržna imena barvil in rastline oziroma deli rastlin in sadežev, iz katerih so pridobljena.

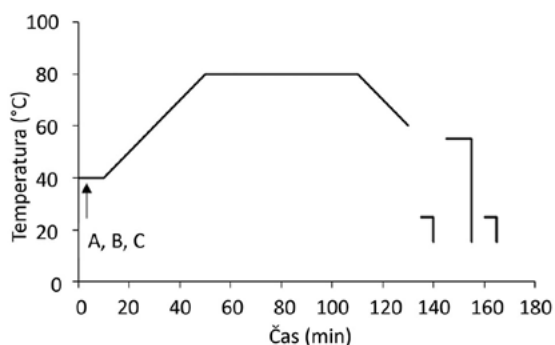
2.1.3 Pomožna sredstva

Za pripravo barvalne kopeli smo poleg barvila uporabili še ocatno kislino (CH_3COOH 80 %) za doseg vrednosti pH. Za pripravo tiskarske paste smo uporabili zgostilo poligalaktomananski eter (Prisulon DCA 130, CHT, Švica) v 13-% koncentraciji, sečnino za povečanje topnosti barvila, raztopino amonijevega sulfata ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) za boljše vezanje naravnih barvil na svileno tkanino in higroskopno sredstvo tiodiglikol (Glyezin A, BASF, Nemčija).

2.2 Metode dela

2.2.1 Barvanje

Barvanje vzorcev svilene tkanine z maso 5 g smo izvedli v laboratorijskem barvalniku Starlet-2 (Daenlim, Korea) v skladu z diagramom barvanja, prikazanim na sliki 1. Barvanje smo izvedli pri kopelnem razmerju 1 : 40 in pH 4. Uporabili smo dve koncentraciji barvila, in sicer 2 g/L in 20 g/L. Pri optimalni temperaturi barvanja 80 °C smo vzorce svilene tkanine barvali 60 minut. Po barvanju smo vzorce pet minut spirali s hladno vodo ($T = 25\text{ °C}$), 10 minut s toplo vodo ($T = 55\text{ °C}$) in pet minut s hladno vodo ($T = 25\text{ °C}$). Z izpiranjem smo s površine tkanine odstranili nevezano barvilo. Vzorce smo



Slika 1: Diagram barvanja svilene tkanine z naravnimi barvili (A - CH_3COOH 80 %, B - omočena in ožeta svilena tkanina, C - raztopina barvila)

nato posušili na zraku pri sobni temperaturi na ravni podlagi. Na sliki 1 je prikazan diagram barvanja.

2.2.2 Tiskanje, fiksiranje in naknadne obdelave

Priprava tiskarske paste

V preglednici 2 je podana receptura tiskarske paste. Uporabili smo dve koncentraciji barvila, in sicer 10 g/kg in 40 g/kg.

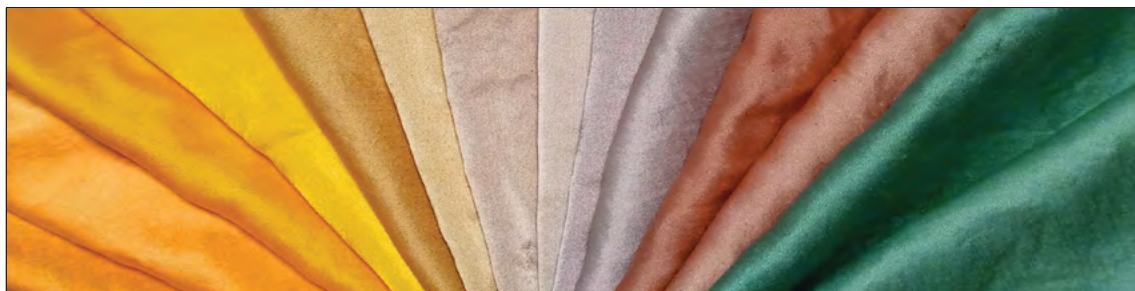
Preglednica 2: Sestava tiskarske paste

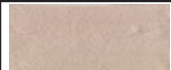
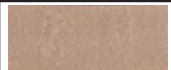
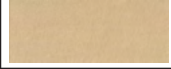
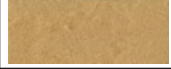
Količina (g)	Sestavina
500	Prisulon DCA 130 13%
100	sečnina
60	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 1:2
x	barvilo
y	H_2O
50	Glyezin A
1000	SKUPAJ

Tiskarsko pasto smo pripravili po komponentah. V zgostilo smo med mešanjem z električnim mešalnikom Tehnica UM 405 (Železniki, Slovenija) dodali sečnino, raztopino amonijevega sulfata, raztopino barvila in higroskopno sredstvo. Tiskarsko pasto smo mešali toliko časa, da smo dobili homogeno zmes. Barvilo smo pred dodatkom v tiskarsko pasto raztopili v vročo vodo in nato še s hladno. Ohlajeno raztopino barvila smo med mešanjem vlili v tiskarsko pasto. Količina vode za pripravo raztopine barvila je variirala glede na koncentracijo barvila.

Tiskanje in naknadne obdelave

Vzorce svilene tkanine smo potiskali na elektromagnetni tiskarski mizi Mini MDF R390 (Johannes Zimmer, Avstrija) pri naslednjih nastavitvah stroja, in sicer, manjši premer rakla, stopnja magnetne sile 4 in hitrost elektromagneta 80 %. Uporabljena je bila šablona s finostjo 77 niti/cm. Vzorce smo potiskali z enkratnim potegom valjčnega rakla s premerom 4 mm. Po tiskanju smo vzorce svilene tkanine normalno parili 20 minut v laboratorijskem parilniku Mini dryer HMD 360 (Fanyuan Instrument, Kitajska). Nato smo potiskane vzorce svilene tkanine spirali



KONCENTRACIJA BARVILA		Barvilo	DRGNJENJE (ISO 105-X12)				PRANJE (ISO 105-C06)			SVETLOBA (ISO 105-B02)
2 g/L	20 g/L		SUHO		MOKRO		SSF ^{a)}	SCF ^{b)}	CC ^{c)}	
			OSNOVA	VOTEK	OSNOVA	VOTEK				
		Eco beige	4/5	4/5	4	3/4	4	4/5	4	4
		Sun yellow	5	3	3	2/3	3/4	2	3/4	2
		Eco saffron	4	3	3/4	1/2	3	1/2	2	2
		Jaipur pink	1	1	2	1/2	4	4/5	4/5	3
		Olive green	4	3	4	3/4	4	3/4	4/5	1
		Garnett brown	4/5	3/4	4	3	4	3/4	4/5	3
		Grey G	5	4/5	4/5	4	4	4/5	3	1

^{a)} Prehod barvila na svileno tkanino, ^{b)} prehod barvila na bombažno tkanino, ^{c)} sprememba barve vzorca

Slika 2: Barvna vzorčna karta svilene tkanine, pobarvane s proučevanimi tržnimi naravnimi barvili

s hladno in toplo tekočo vodo ($T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$). Sledilo je 15-minutno miljenje pri $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ z 1 g/l neionskega pralnega sredstva ter ponovno izpiranje s toplo in nato še hladno tekočo vodo. Vzorce smo nato posušili na zraku pri sobni temperaturi. Za izdelavo barvne karte smo vzorce še polikali pri $T = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$.

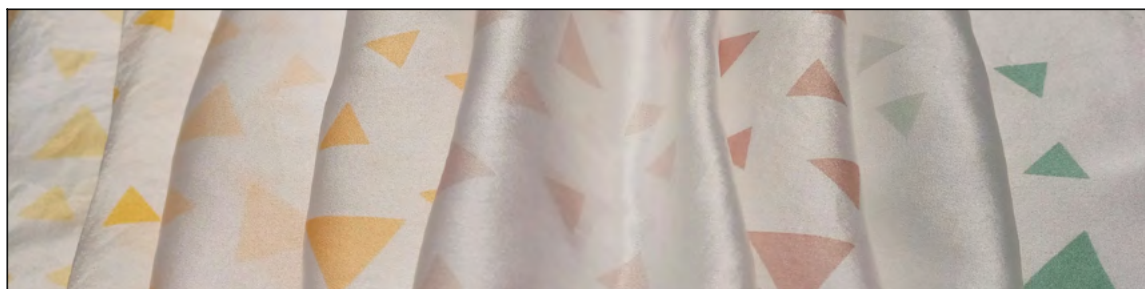
2.3 Testiranje barvnih obstojnosti

Pobarvani in potiskani vzorci svilenih tkanin z višjimi koncentracijami barvila (barvani z 20 g/L barvila in potiskani s 40 g/kg barvila) so bili izpostavljeni testiranju barvnih obstojnosti pri drgnjenju, pranju in na svetlobi. Barvna obstojnost pri drgnjenju je bila izvedena v skladu s standardom SIST EN ISO 105-X12:2016, barvna obstojnost pri pranju je bila izvedena v skladu z metodo A1S standarda SIST EN ISO 105-C06:2012 in barvna obstojnost na umetni svetlobi je bila izvedena v skladu

s standardom SIST EN ISO B02:2014. Po izvedenih tekstiranjih so bili testirani preizkušanci vizualno ocenjeni z uporabo sivih lestvic za ocenitev prehoda obarvanja spremljajočih tkanin (standard SIST EN ISO 105-A03:2019) in za ocenitev spremembe barve (standard SIST EN 20105-A02:1996). Pri vizualni oceni barvne obstojnosti preizkušancev na svetlobi smo uporabili modro volneno lestvico, ki je osemstopenjska, kjer ocena 8 pomeni odlično barvno obstojnost in ocena 1 najslabšo barvno obstojnost na svetlobi.

2.4 Izdelava barvnih kart

Iz pobarvanih in potiskanih vzorcev tkanin smo izrezali vzorčke v velikosti $5,5\text{ cm} \times 4\text{ cm}$ in jih nalepili na lepenco, ki je vključevala ime barvila, koncentracijo barvila ter preglednico, v kateri so bile podane vizualne ocene testirane barvne obstojnosti.



KONCENTRACIJA BARVILA		Barvilo	DRGNJENJE (ISO 105-X12)				PRANJE (ISO 105-C06)			SVETLOBA (ISO 105-B02)
			SUHO		MOKRO		SSF ^{a)}	SCF ^{b)}	CC ^{c)}	
			OSNOVA	VOTEK	OSNOVA	VOTEK				
10 g/kg	40 g/kg									
		Eco beige	4/5	4	4/5	4	4	4/5	4/5	3
		Sun yellow	5	5	5	5	4/5	4	4/5	2
		Eco saffron	5	5	5	5	4/5	3	4	2
		Jaipur pink	4	4	3/4	3/4	4/5	4/5	4/5	1
		Olive green	4/5	4	4/5	4	4/5	4/5	4/5	1
		Garnett brown	3/4	3/4	4	4	3	3/4	3/4	2
		Grey G	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	3	1

^{a)} Prehod barvila na svilenno tkanino.

^{b)} prehod barvila na bombažno tkanino.

^{c)} sprememba barve vzorca

^{a)} Prehod barvila na svileno tkanino, ^{b)} prehod barvila na bombažno tkanino, ^{c)} sprememba barve vzorca

Slika 3: Barvna vzorčna karta svilene tkanine, potiskane s proučevanimi tržnimi naravnimi barvili

3 Rezultati z razpravo

Na slikah 2 in 3 sta prikazani vzorčni karti svilene tkanine, pobarvane in potiskane s proučevanimi tržnimi naravnimi barvili.

S slik 2 in 3 je razvidno, da so uporabljena tržna naravna barvila primerna za barvanje in tiskanje svilene tkanine. Čeprav pred barvanjem nismo pripravili vodnega ekstrakta barvila, temveč je bilo barvilo uporabljeno v obliki, kot je bilo dobavljeno, so vzorci vizualno enakomerno obarvani. Med uporabljenima koncentracijama barvila smo vizualno zaznali razliko v svetlosti obarvanja. Vizualne cene barvnih obstojnosti pobarvanih in potiskanih tkanin pri pranju, drgnjenju in na svetlobi, zbrane na slikah 2 in 3, se med seboj razlikujejo.

Vizualne ocene kažejo, da so obarvani vzorci pri

drgnjenju dobro do odlično barvno obstojni (ocene od 3 do 5), z izjemo vzorca, obarvanega z barvilom Jaipur Pink, kjer je opazna najslabša obstojnost (ocena 1). Vizualne ocene tudi kažejo, da so obarvani vzorci barvno bolj obstojni pri suhem kot pri mokrem drgnjenju, izjema je vzorec, obarvan z barvilom Jaipur pink, ki je izjemno slabo obstojen pri suhem drgnjenju (ocena 1). Prav tako so obarvani vzorci svilene tkanine dobro do zelo dobro barvno obstojni pri pranju (ocene od 3 do 4/5), izjema je vzorec, obarvan z barviloma Eco saffron, katerega obstojnost je slaba (ocena 2). Obarvani vzorci so zelo slabo barvno obstojni na svetlobi (ocene od 1 do 4). Najvišjo barvno obstojnost na svetlobi je dosegel vzorec, obarvan z barvilom Eco beige (ocena 4), najnižjo pa vzorca, obarvana z barviloma Olive green in Grey G (ocena 1). K izboljšanju barvne ob-

stojnosti bi zagotovo pripomogla uporaba naravnih biočimž [16, 17] ali klasičnih kovinskih soli [18], katerih obdelava bi se lahko izvedla pred barvanjem, med njim ali po njem, čeprav izsledki različnih raziskav barvanja svilene tkanine z naravnimi barvili kažejo, da so dosežene najboljše barvne obstojnosti pri obdelavi svilene tkanine s kovinskimi solmi [16, 19]. Razlog je v tvorbi kovinskega kompleksa med barvilom in kovinskim ionom, zaradi česar se barvilo v večji meri veže na svileni tkanino. Znano je, da imajo naravna barvila maloštevilne funkcionalne skupine, prek katerih se lahko vežejo na funkcionalne skupine tekstilnih vlaken. Od jakosti interakcij, ki se tvorijo med barvilom in tekstilnim vlaknom, pa je odvisna barvna obstojnost tekstilij predvsem pri mokrih obdelavah, kot sta pranje in mokro drgnjenje.

V nasprotju z obarvanimi vzorci pa je vizualna ocena barvne obstojnosti potiskanih vzorcev nekoliko drugačna (slika 3). Potiskani vzorci so dobro do odlično barvno obstojni pri suhem in mokrem drgnjenju (ocene od 3/4 do 5) ter dobro do zelo dobro barvno obstojni pri pranju (ocene od 3 do 4/5). Najslabša barvna obstojnost potiskanih vzorcev je bila določena na umetni svetlobi, saj je bila najvišja dosežena ocena 3 pri vzorcu, potiskanem z barvilom Eco beige, medtem ko so trije vzorci imeli najslabšo barvno obstojnost na svetlobi (ocena 1), in sicer vzorci svilene tkanine, potiskani z barvili Jaipur pink, Olive green in Grey G. Pri tem je treba poudariti, da so bila nekatera barvila bolj in nekatera slabše topna v tiskarski pasti, kar posledično vpliva na prehajanje barvila v vlakna. Poudariti je treba tudi, da je bilo testiranje barvne obstojnosti izvedeno na vzorcih, ki so bili po celotni površini potiskani, brez vmesnih nepotiskanih mest.

Razlike v barvni obstojnosti potiskanih in pobarvanih tkanin smo pripisali sestavi tiskarske paste, koncentraciji barvila ter pogojem barvanja in tiskanja, ki so pripomogli k odstopanjem v vizualnih ocenah proučevane barvne obstojnosti.

4 Sklep

Raziskava je pokazala, da so proučevana tržna naravna barvila primerna tako za barvanje kot tudi za tiskanje svilene tkanine. Nadaljnje raziskave so potrebne za določitev optimalne koncentracije barvila v barvalni kopeli in tiskarski pasti. Za izboljšanje barvne obstojnosti so zagotovo potrebne obdelave s klasičnimi čimžami, kot so kalijev aluminijev sulfat dodekahidrat, aluminijev sulfat in železov sulfat heptahidrat ter z biočimžami (naravni tanini, jajčne lupine in sojino mleko).

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

Viri

1. Pereira, R. F. P., Silva, M. M., & de Zea Bermudez, V. (2015). Bombyx mori silk fibers: An outstanding family of materials. *Macromolecular Materials and Engineering*, 300, 1171–1198. <https://doi.org/10.1002/mame.201400276>
2. El-Sayed, H., Mowafi, S., El-Fiky, A. F., & Khalil, E. M. (2022). Low temperature water-saving bio-degumming of natural silk using thermophilic protease. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 27, 100681. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100681>
3. Borah, S., Bhuyan, P. M., Sarma, B., Hazarika, S., Gogoi, A., & Gogoi, P. (2023). Sustainable dyeing of mulberry silk fabric using extracts of green tea (*Camellia sinensis*): Extraction, mordanting, dyed silk fabric properties and silk-dye interaction mechanism. *Industrial Crops and Products*, 205, 117517. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117517>
4. Lewin, M. (Ed.). (2007). *Handbook of fiber chemistry* (3rd ed., p. 384). CRC Press.
5. Huang, Q., Wang, Z., Zhao, L., Li, X., Cai, H., Yang, S., Yin, M., & Xing, J. (2024). Environ-

- mental dyeing and functionalization of silk fabrics with natural dye extracted from lac. *Molecules*, 29(10), 235. <https://doi.org/10.3390/molecules29102358>
6. Clark, M. (Ed.). (2011). *Handbook of textile and industrial dyeing: Vol. 1. Principles, processes and types of dyes* (p. 54). Woodhead Publishing.
 7. Hossain, S., Jalil, M. A., Mahmud, R. U., & Kader, A. (2024). Natural dyeing of silk and jute fabric with the aqueous extract of coconut leaves—An eco-friendly approach. *Pigment & Resin Technology*, 53(5), 631–637. <https://doi.org/10.1108/PRT-10-2022-0125>
 8. Teklemedhin, T. B., & Gopalakrishnan, L. H. (2018). Environmental friendly dyeing of silk fabric with natural dye extracted from *Cassia singueana* plant. *Journal of Textile Science & Engineering*, 3, 1. <https://doi.org/10.4172/2165-8064.S3-001>
 9. Adeela, S., Rehman, F.-u., Hameed, A., Habib, N., Kiran, S., Zia, K. M., & Zuber, M. (2020). Sustainable extraction and dyeing of microwave-treated silk fabric using arjun bark colorant. *Journal of Natural Fibers*, 17(5), 745–758. <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1534182>
 10. Habib, N., Batool, F., Adeel, S., Naveed, M., Ali, A., Mia, R., & Assiri, M. A. (2024). Green extraction and application of yellow natural curcumin colorant from *Curcuma aromatica* rhizomes for silk dyeing. *Scientific Reports*, 14, 13032. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-63927-7>
 11. Li, N., Wang, Q., Zhou, J., Li, S., Liu, J., & Chen, H. (2022). Insight into the progress on natural dyes: Sources, structural features, health effects, challenges, and potential. *Molecules*, 27(10), 3291. <https://doi.org/10.3390/molecules27103291>
 12. Pizzicato, B., Pacifico, S., Cayuela, D., Mijas, G., & Riba-Moliner, M. (2023). Advancements in sustainable natural dyes for textile applications: A review. *Molecules*, 28(16), 5954. <https://doi.org/10.3390/molecules28165954>
 13. Do, K. L., Su, M., Mushtaq, A., & Zhao, F. (2023). Dyeing of silk with natural lac dye from *Laccifer lacca* Kerr. and evaluation of antibacterial and UVprotective properties. *Fibers and Polymers*, 24, 2773–2783. <https://doi.org/10.1007/s12221-023-00254-0>
 14. Mabuza, L., Sonnenberg, N., & Marx-Pienaar, N. (2023). Natural versus synthetic dyes: Consumers' understanding of apparel coloration and their willingness to adopt sustainable alternatives. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 18, 200146. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2023.200146>
 15. Adeel, S., Habib, N., Arif, S., Rehman, F. ur, Azeem, M., Batool, F., & Amin, N. (2020). Microwave-assisted eco-dyeing of bio mordanted silk fabric using cinnamon bark (*Cinnamomum verum*) based yellow natural dye. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 17, 100306. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2020.100306>
 16. Hossen, M. R., & Akter, S. (2026). Sustainable dyeing of silk fabric with mango leaf extract: Comparative assessment of natural and metallic mordants on colorimetric and fastness properties. *Progress in Color, Colorants and Coatings*, 19(2), 231–246. <https://doi.org/10.30509/pccc.2025.167632.1433>
 17. Rehman, F.-ur., Adeel, S., Liaqat, S., Hussaan, M., Mia, R., Ahmed, B., & Wafa, H. (2022). Environmentally friendly bio-dyeing of silk using *Alkanna tinctoria* based alkannin natural dye. *Industrial Crops and Products*, 186, 115301. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115301>
 18. Huang, Q., Wang, Z., Zhao, L., Li, X., Cai, H., Yang, S., Yin, M., & Xing, J. (2024). Environmental dyeing and functionalization of silk fabrics with natural dye extracted from lac. *Molecules*, 29(10), 2358. <https://doi.org/10.3390/molecules29102358>
 19. Khatun, M. H., & Mostafa, M. G. (2022). Optimization of dyeing process of natural dye extracted from *Polyalthia longifolia* leaves on silk and cotton fabrics. *Journal of Natural Fibers*, 19(16), 12996–13011. <https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2081281>

Svila – material in metafora v ustvarjalnem procesu

Kulturna dediščina svilogojstva in svilarstva v Sloveniji, njune tradicije in običaji so navdušili študente, da so naravno svilo, prezrto v kaosu sodobnega sveta, vpletli v svoje umetniško ustvarjanje. Razmišljali so o neskončnosti prehajanja zemeljskega v transcendentalno ter metaforičnost svile razpeli med preteklostjo in sedanjostjo, med lahkotnostjo in težo ter mehkobo in ostrino. S prepletanjem niti – za gosenice sviloprejk so to niti preživetja – in tudi z različnimi drugimi tekstilnimi tehnikami so študenti poosebili virtuosno delo teh prezrtih tekstilnih mojstric, da bi to izjemno in krhko lepoto postavili pred in proti grobemu, uničujočemu človeškemu poseganju v naravne procese.

V okviru velikega interdisciplinarnega projekta Nova evropska svila (VIP NES) Univerze v Ljubljani smo sodelovali z doc. dr. Rebeko Lucijano Berčič iz raziskovalne skupine P4-0092 na Veterinarski fakulteti, ki jim je predstavila svilogojstvo in lokalne svilogojce. Vsi so nam nesebično predali svoje znanje in izkušnje, dali pa so nam tudi svilene kokone. Z njih smo ročno odmotali komaj vidno, skoraj kot zrak lahko, tako rekoč neskončno svilen nit. Iz več kot dvesto kokonov hkrati so študenti izdelali nit, ki so jo uporabili v različnih tekstilnih tehnikah. Pri tem so jim pomagale izkušnje svilogojk, Alberte Rožanec in Maje Botolin Vaupotič, ki sta vsaka zase razvili svoj način odvijanja in ročnega oblikovanja neskončne svilene niti.

To svilen nit so nato študenti uporabili za tkanje. Postopoma so ročno stkali dvojno tkanino, ki je s skupinskim delom, kjer je vsak študent vnesel svoj ritem tkanja, zaživela v slikovito celoto. V pol metra širokem in skoraj tri metre dolgem slikovnem polju tkanine so si zamislili tekstilni vzorec nepravilne šahovnice, ki so ga vzdolž tkanja sproti modularili. Struktura dvojne tkanine je bila konstruirana tako, da se dve različni plasti med seboj izmenjujeta po vzorcu šahovnice. Lesk svilenih ploskev se prepleta s kosmatenim efektom iz mešanice moher volne in



Slika 1: Dvojna tkanina, 50 cm × 250 cm, detajl, galerija GONG, Nova Gorica, foto: Jaka Ceglar

svile. Dve plasti tkanine sta prevezani le po pravokotno križajočih se linijah, ki tvorijo mrežo šahovnice, znotraj nje pa sta obe ploskvi ločeni, ne prevezani, tako da nastanejo votle izbokline, kar da tkanini dodatno fleksibilnost in mehkobo. Licna in hrbtna stran tkanine pa sta na pogled enaki oziroma inverzni – kjer je na eni strani gladka ploskvica, je na drugi strani prav taka, a kosmata. Pri ustvarjanju tkanine so študenti Eli Arapova, Julia Arnšek, Taša Blatnik, Ema Cestnik, Brina Cotič, Urban Dereani, Larisa Gregor, Ivona Ivanovska, Neža Kavčič, Ida Križnič, Akir Latič, Lia Likar, Filip Minoski, Tina Mohorčič, Julija Muhič, Zarja Pertoci, Sara Petruševska, Julija Potočnik, Alja Rojko, Taja Sejdič, Valentina Sinkovič, Eva Strnad, Zala Šoškič in Tara Urbanc v soavtorstvu sodelovali s prof. Marijo Jenko,



doc. mag. Arijano Gadžijev in strok. sodelavko Marjeto Čuk, zgledovali pa so se tudi po ročnih tkaninah Alenke Rupnik iz Idrije (slika 1).

Vsi skupaj so v nadaljevanju svoje ustvarjanje preusmerili v raziskovanje starodavne tekstilne tehnike *ikat*, kjer sta združena tako tkanje kot barvanje. *Ikat* je beseda v indonezijskem jeziku, ki je glede na kontekst lahko samostalnica (vrvica, nit, vozec), glagol (zavezati, oviti) in končna tkanina. Hkrati pa je *ikat* tudi tekstilna tehnika barvanja za ustvarjanje posebnega sloga tekstilnih vzorcev. Pred tkanjem z vezanjem posameznih niti ali snopov preje s tesnim ovitjem preprečimo barvanje delov preje v želenem vzorcu. Ko je barvanje končano, vezi odstranimo in preje stkemo v blago. Po vzorcu so na ta način lahko obarvane samo osnovne ali samo votkovne niti, lahko pa kar oboje. Ker je oblikovanje tekstilne površine ustvarjeno v preji, sta pri *ikatu* obe strani tkanine vzorčasti. Značilnost *ikata* je navidezna zamagljenost tekstilnega vzorca, ki se v končnem blagu popolnoma prikaže šele z določene razdalje.

Namesto monofilamenta so študenti tokrat uporabili predivno prejo, ki jo pridobivajo s predenjem svilene vate. Kokone, ki se jih iz različnih vzrokov ne da odmotati, in druge svilene ostanke s postopkom degumiranja spremenijo v vato, iz katere spredejo t. i. svileni prejo *schappe*, ki so jo študenti pod vodstvom prof. dr. Mateje Kert in strokovne sodelavke Veronike Vidmar najprej po vzorcu pobarvali, nato pa so uporabili različne mehanske tehnike, ne samo tkanja, da so ustvarili ikatne slike. Tehniko *ikat* so namenoma izvirno poustvarili. Osnovne niti so po odstranitvi ovojev tkali, vezli ali pa so jih pustili kar takšne, kot so nastale po rezerviranju barvanja. Ustvarili so deset različnih ikatnih slik, ki stojijo kot skulpture v prostoru, da jih opazujemo z vseh strani (slika 2).

Poleg teh dveh skupinskih projektov se je v dveh letih, ki sta bili namenjeni vsestranskemu interdisciplinarnemu študiju svile, vsak študent posvetil tudi razvoju svojega lastnega umetniškega projekta. Izbor najboljših sklepov njihovih ustvarjalnih razmišljanj je bil v okviru mednarodnega bienala tekstilne umetnosti BIEN 2025 predstavljen na različnih lokacijah



Slika 2: Tina Mohorčič in Julija Potočnik, *Ikat kot slika*, 50 cm × 50 cm, detajl, galerija GONG, Nova Gorica, foto: Jaka Ceglar

po Sloveniji, v Kranju – Layerjeva hiša, stolp Škrlovc, nekdanji prostori Državne založbe Slovenije v starem mestnem jedru, v Novi Gorici – galerija GONG, v Idriji – Topilnica HG, del Centra za upravljanje z dediščino živega srebra pri Mestnem muzeju Idrija, na Jesenicah – razstavnici salon Dolik in v Solkanu – galerija KS Solkan.

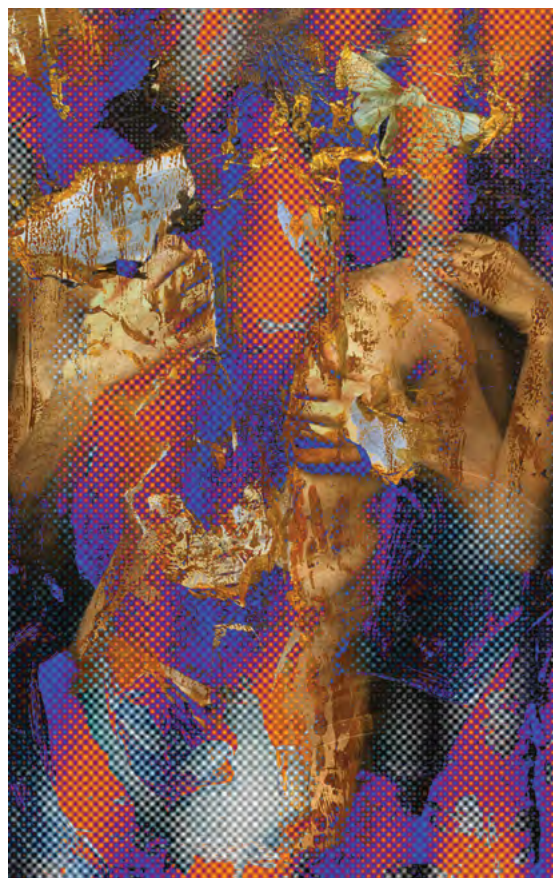
V tretjem letniku študija oblikovanja tekstilij in oblačil študenti že poznajo večino tekstilnih tehnik, ki so bodisi mehanske bodisi kemične. V okviru projekta so si zamislili tudi digitalne potiske svilenih tkanin. Motiviko, izpeljano iz študij domače in svetovne svilene kulturne dediščine, so poustvarili v največjem mogočem merilu in barvito, v obliki tekstilnih vzorcev ali monumentalnih slik čez celo širino blaga. Gracilni svileni potiski so v Idriji od stropa do tal oplemenitili povsem drugačen, historični industrijski ambient nekdanje topilnice

živosrebrne rude. Drug ob drugem so že samo s svojo prisotnostjo nemo spregovorili o ambivalenci svilene materije, ki so jo potiski še poudarili.

Ema Cestnik je v fotografijo ujela naključno postavitev barvitih kosmov svilene vate, jih z digitalnim tiskom maksimalno povečala in tako ustvarila lahko rokokojsko vzdušje pastelnih oblakov, ki na tankem svetlečem se temeljniku kot da lebdi v zraku. Tako je svojsko poustvarila tudi krovno temo bienala BIEN 2025 – zrak. Julija Muhič je lastne risbe, ki jih je narisala z gledanjem svojih ročno spletenih kokonov, razrezala na kadre in jih zložila v strip. Ko stojimo pred njim, natiskanim na dragocen svilen material, se spomnimo na velikansko vitražno okno. Valentina Sinkovič nagovarja gledalca z nadrealistično kombinacijo žive in nežive materije. Za slikovno metaforo uporabi izjemno povečano in prostorsko figuraliko rok, ki jih odene v ploskovitost tekstilnega vzorca. Zala Šoškič pa z velikansko povečavo zbudi zanimanje za združbo abstraktnih tekstilnih struktur. Njihova postavitev na motno sijočem svilenem blagu je podobna fotografiji satelitskega zaznamka naselja na oddaljenem planetu.

Bogato potiskana svilena metraža, predstavljena v razstavnem salonu Dolik na Jesenicah, je v obliki vbočene ponjave v prostor vnesla mehak vogalni arhitekturni element. Ikonografija natiskane likovne kompozicije po zamisli Akirja Latića izhaja iz zgodovinskega ozadja. Zamolklo motiviko svilene poti, delno naslikane s čopičem, delno kolažirane s fotografskimi intarzijami v zlato rumenih odtenkih, je avtor zavil v živobarvno, digitalno generirano meglico iz povečanega grafičnega rastra (slika 3). V istem prostoru pa je bila nasproti ponjave v zraku postavljena še velikanska harmonika iz potiskanih avtoportretov Urbana Dereanija, ki je, navdušen nad fenomenom kitajske boginje Feng Po, ki s seboj v vreči nosi vetrove, izvedel celo serijo likovnih dekonstrukcij svojih portretov, prepletenih z rastlinskimi in sadnimi ornamentami.

Svila je navdihnili tudi večje celovite prostorske umestitve. Alja Rojko je s prostorsko umestitvijo Parazit, kjer se po belih papirnatih kokonih, prepredenih z rdečo svileno nitjo, prekopicujejo čudni



Slika 3: Akir Latić, *Svilna pot*, digitalni tisk svilene tkanine, 150 cm × 250 cm, razstavljen v salonu Dolik, Jesenice, foto: Akir Latić

možicliji, sprožila kopico vprašanj o človekovem obstoju v svetu, ki ga sam v imenu kapitala uničuje. Pa vendar; mar se narava že ne posmehuje njegovemu merjenju moči?

Julija Potočnik je v triptihu svilenih asemblažev, v katerih se lahka svilena struktura iz svile in moher volne pojavlja v združbi s polaroidnimi slikami, inovativno razvila primer tekstilne modularne tvorbe.

Julija Muhič s tremi kvačkanimi kokoni iz zamolklo črne gumirane žice ponazarja ujetost, notranji boj in končni pobeg. Prvi črni kokon je kot ukleščena duša še povsem ujet v obodu iz upognjenih vej. Pri drugem se je nosilna vejnata konstrukcija že razprla – kokon se osvobaja svojih spon. Šele tretji črni kokon lahko svobodno zalebdi v prostoru. Umetelno stoji le na treh tankih nožicah.



Slika 4: Ema Cestnik, *Niti življenja*, tekstilna prostorska umestitev, galerija GONG, Nova Gorica, foto: Jaka Ceglar

Ema Cestnik je s tankočutno prostorsko umeritvijo skupine golih, bubam podobnih kvačkanih svilenih tvorb poosebila izjemno ranljivo fazo zabubljenja gosenic, ki je ključni, najbolj veličasten trenutek v življenjskem ciklusu sviloprejk (slika 4).

Julia Arnšek je peresno lahke kose svilene tkanine z utrjevanjem z epoksi smolo spremenila v prosojne lamele, ki so postale arhitekturni gradniki svetlobnih prehodov. Razvila je posebno tehniko, tako da je med utrjevanjem pod tanko svileno površino injicirala zrak. Zato so po površini nastali mehurji. Robovi odrezanih kosov so po utrditvi postali ostri kot nož, svila se je spremenila v steklo.

Ida Križnič parafrazira drastičen kontrast med svilenimi trakci in komaj vidno umetno opno, ki vse zaduši. Trakci, ki so tako gosto kvačkani, da se nagubajo, izgledajo kot žive gosenice sviloprejk. Zdi se, da diha skozi pore med zankami, nemočno se zvirajo

po smrtonosni, gladki površini plastične opne.

Tašo Blatnik sta navdihnili krhkost in lahkotnost svilene materije. Neutrudno je z najtanjšo svileno nitjo kvačkala najrazličnejše miniaturne krožne oblike, ki jih je nato s prsti deformirala v ovalne, sferične, celo zvončaste prostorske forme. Hkrati pa je s to isto nitjo s šivalnim strojem vezla po materialu, ki se raztopi v vodi. Tako je ustvarila zračno čipko. Čipke in kvačkanine pa je nato postavila v dialog s svetlobo. Uporabila je predstavitev v obliki svetlobne diorame – prostorske slike. Te svoje nadvse tanke in občutljive tekstilne tvorbe je namestila pred čez okvir razpeto svileno opno, potiskano s nežno belo risbo na črnem ozadju. Ko je vse skupaj od zadaj osvetlila, je cela združba v trenutku oživela. Na filigranskem ozadju iz presvetljene svilene tkanine je lebdelo veselje Tašinih fantazijskih čipk, nekatere so bile dejansko narejene, druge zgolj narisane.



Slika 5: Svilene miniature v Solkanu, galerija KS Solkan, foto: Vid Jenko

V sklop predstavitev umetniškega ustvarjanja za VIP NES in BIEN 2025 spada še razstava Svilene miniature v Solkanu, ki si jo je zamislila in izvedla skupina petih študentov – Urban Dereani, Zarja Pertoci, Sara Petruševska, Eva Strnad in Zala Šoškič – skupaj z mentorico prof. Marijo Jenko. Z njimi so sodelovale doc. dr. Brigita Tomšič in strokovni sodelavki Veronika Vidmar (barvanje svilenih prej) ter Nina Glavič (pletenje), doc. dr. Rebeka Lucijana Berčič, UL Veterinarska fakulteta, P4-0092 (svilogojski del projekta), dr. Silvia Cappellozza, CREA Padova, Italija (evropski hibridi sviloprejk in svileni kokoni). Zahvalimo se dr. Katarini Šrimpf Vendramin in dr. Petri Kolenc, sodelavkama raziskovalne postaje ZRC SAZU v Novi Gorici za zgodovinsko predstavitev svilogojstva na Goriškem ter Maji Botolin Vaupotič za pomoč pri iskanju murvovih vej.

Pletene svilene miniature (slika 5), ki so v obliki reliefne tapete obrasle bele stene galerije KS Solkan, so spletene z nitjo, ki so jo študenti ročno odmotali s svilenih kokonov lokalne pridelave. Tik pred tapeto

pa se je v zraku ugneznila skulpturalna svilena tvorba, plod biološkega hepeninga živih gosenic sviloprejk. Bistvo hepeninga je skrivnostnost nastajanja ploskovite svilene koprene, v nadvse občutljivem doživetju neposrednega stika z živimi organizmi – sviloprejkami, ki, prepuščene svojemu naravnemu gibanju, ustvarjajo sijočo svileno kopreno, podobno neverjetno tanki čipki.

Svilena skulptura na razstavi izstopi iz svilenega vzorca stenske tapete in jo poveže s tlemi, likovno in simbolno, medtem ko so se iz kvadratne mreže sivih plošč na tleh čez ves prostor razrasle votle piramidne krošnje iz murvovih vej. Doživetje te celote že samo po sebi govori o čedalje večji osiromašenosti narave in nas spomni na ne tako oddaljeno preteklost, ko je svilogojstvo na Goriškem pomenilo način življenja, naravno krajino pa so bogatili nasadi murv. Tradicija je po drugi svetovni vojni zamrla, a svileni izročilo je v ljudeh še živo.

Prof. Marija Jenko

Preobrazbe

Študenti prvega letnika so se pri predmetu *Oblikovanje tekstilij* poglobili v večino ročnega pletenja, ki je bila njihovo izhodišče za raziskovanje materiala, oblike in pomena pojma preobrazbe. Za osnovo so uporabili 100-odstotno svileno prejo, ki so jo z raznolikimi pletilskimi vzorci preoblikovali v ploske in tridimenzionalne strukture. V svoje pletene kompozicije so za večjo gibljivost in prostorsko dinamiko vpletli tudi žico, s čimer so pletivu dodali obliko, napetost in novo izrazno moč.

Tematiko preobrazbe so študenti obravnavali tako na ravni materiala kot ideje. Navdih so iskali v literarnih delih Franza Kafke, sodobnih lepotnih idealih, osebnih transformacijah, življenjskih prelomnicah, pa tudi v bioloških procesih spremembe in prilagajanja pri živih bitjih. Zanimal jih je trenutek prehoda – med enim in drugim stanjem, med znanim in neznanim – ter kako se ta notranji ali zunanji premik lahko odrazi v tekstilni materiji.

Projekt je bil predstavljen na razstavi OD-----DO v galeriji Škuc v Ljubljani na dogodku *Dobimo se pred Škucem*, ki je potekal od 25. julija do 3. avgusta 2025.

Umetniška vodja in mentorica: doc. mag. Arijana Gadžijev

Strokovna sodelavka: Nina Glavič

Študenti: Malu Adžija, Andrej Alagjozovski, Evelin Bajc, Ema Barbič, Gaja Bassanese, Lucija Bučan, Ajda Cebe Podržaj, Nika Dermastja, Spasko Eftimov, Sinja Hudnik Zaviršek, Anika Katušić Kocbek, Vid Kovač, Lana Krajnc, Vita Kremžar, Onja Lajevce, Lucija Lozar, Jera Marn, Iza Mattersdorfer Milutinović, Nina Mežek, Angel Micevski, Darija Miljković, Tara Mišković, Manuela Mokotar, Ema Mujagić, Maria Naidenko, Tajra Paunović, Jerca Perne, Gal Pohar, Tisa Predalič, Dimitar Simovski, Rebeka Štefanič, Alin Toplak in Janja Žibret

Prispevek je pripravila in uredila doc. mag. Arijana Gadžijev.



Gaja Bassanese



Tisa Predalič

Pletene tekstilije (foto: Bernarda Conič)



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.



Rebeka Štefanič

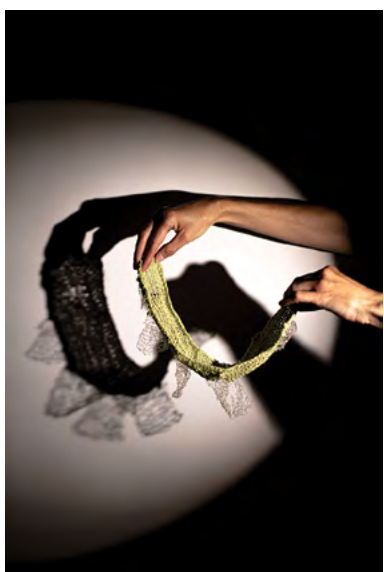


Lucija Bučan



Onja Lajevce

Pletene tekstilije (foto: Bernarda Conič)



Vid Kovač (foto: Bernarda Conič)

Pletene tekstilije



Skupinska razstava študentov v galeriji ŠKUC (foto: Simao Bessa)

Marika Gönc, Boris Beja

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

Od balkanskih motivov do sodobnih grafičnih in tekstilnih objektov v javnem prostoru

From Balkan Motifs to Contemporary Graphic and Textile Objects in Public Space

Strokovni članek/Professional article

Prispelo/Received 10–2025 • Sprejeto/Accepted 1–2026

Korespondenčni avtor/Corresponding author:

prof. Boris Beja

E-pošta: boris.beja@ntf.uni-lj.si

ORCID iD: 0009-0009-7953-4534

Izvleček

Na temeljih preteklosti in sedanjosti lahko gradimo prihodnost, v kateri sodobna likovna interpretacija etnološke dediščine ostaja pomemben vir navdiha za ustvarjalce na področju tekstila. Tekstilne tehnike se danes srečujejo s sodobnimi tehnologijami, materiali in vsebinami, s čimer se spreminja tudi dojemanje in vrednotenje tekstilnega rezultata. Etnološko izročilo nas nagovarja, da preteklost aktualiziramo ter jo v posodobljenih oblikah približamo sodobnemu uporabniku, obenem pa se z novo rabo materialov in postopkov preoblikujejo tudi likovni vzorci, ki so se nekdaj tkali, vezli ali pletli iz niti. Nit je bila v projektu razumljena kot osnovno sredstvo tekstilnega likovnega izražanja in kot skrita mreža zasnove vzorca, ki vsebinsko interpretira digitalno ilustracijo. Vektorske risbe, zasnovane kot pripomoček pri divinaciji, so izhajale iz zgodb balkanskega geografskega prostora ter se iz naturalističnih upodobitev postopno preoblikovale v abstraktne vzorce, v katerih se prepletajo elementi tkanih preprog čilimov in njihova simbolika. Likovne kompozicije so dopolnjevale tri izbrane barve: rdeča, črna in svetli oker, ki so z omejeno barvno paleto zagotovile vizualno skladnost izvedenih objektov. Vektorski rezultati vzpostavljajo vez med etnološkim izročilom in sodobnim reinterpreterjanjem premične dediščine. Njihova materializacija v obliki natisov na cerado za urbane sedalne blazine ter v ročnih vezeninah, ustvarjenih v sodelovanju z društvom Razkrite roke, je omogočila prehod iz ploskovite digitalne grafike v taktilno tridimenzionalno tekstilno obliko. Medinstitucionalno in medgeneracijsko sodelovanje je razširilo ustvarjalni proces v polje skupnostnega dialoga ter poudarilo pomen prenosa obrtnega znanja v sodobni kontekst, kjer tekstil deluje kot povezovalni medij med preteklim in sodobnim, umetniškim in uporabnim.

Ključne besede: tekstilni vzorec, vezenje, kapljični tisk, balkanska tekstilna dediščina, vektorska grafika, prenos obrtnega znanja

Abstract

Building on the foundations of the past and present, we can create a future where modern artistic interpretations of ethnological heritage remain an important source of inspiration for textile creators. Today, textile techniques intersect with modern technologies, materials and content, which also alters the perception and evaluation of textile outcomes. Ethnological tradition encourages us to revitalise the past and present it to modern users in updated forms, while the artistic patterns once woven, embroidered, or knitted from thread



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.

are also transformed through new materials and processes. In the project, a thread was understood as a fundamental means of textile artistic expression and as a hidden network of pattern design that interprets the content of digital illustration. The vector drawings, conceived as tools for divination, originated from the stories of the Balkan geographical area and gradually evolved from naturalistic depictions into abstract patterns, intertwining elements of woven kilim carpets and their symbolism. The artistic compositions were enhanced by three selected colours, i.e. red, black and light ochre, which ensured through a limited palette the visual coherence of the objects created. The vector results establish a link between the ethnological tradition and contemporary reinterpretation of movable heritage. Their materialisation as prints on tarpaulin for urban seat cushions and as hand embroidery, created in collaboration with the project members Razkrite roke (Engl. Revealed Hands), enabled the transition from flat digital graphics to tactile, three-dimensional textile forms. Inter-institutional and intergenerational collaboration expanded the creative process into the realm of community dialogue and highlighted the importance of transferring craft knowledge into a contemporary context, where textiles serve as a connecting medium between the past and the present, the artistic and the practical.

Keywords: textile pattern, embroidery, inkjet printing, Balkan textile heritage, vector graphics, craft knowledge transfer

1 Uvod

Področje tekstilnega izražanja znova postaja suvereno področje likovnega posredovanja sporočila. Tekstilni objekti in tekstilne instalacije v sodobnem času konkurirajo risbi, slikarstvu in kiparstvu na vseh pomembnih mednarodnih razstavah in festivalih. V slovenskem prostoru gradi odnos do tekstilne umetnosti Bienale tekstita BIEN [1, 2]. S tekstilom se ustvarjalci vse pogostejše lotevajo arhetipskih vsebin: material, ki je mehak, topel in domač, omogoča vzpostavljanje intimnih, telesno zaznamovanih in hkrati prostorsko razširjenih umetniških izjav v različnih oblikah in kontekstih.

Tekstil se v prostoru manifestira v odnosu do našega telesa. Na eni strani je naša »druga koža«, po drugi strani pa se v obliki umetniških izjav vpenja v različne interierje ali eksterierje, ki jih z lastnim telesom opazujemo, gledamo, vrednotimo in mislimo. V tej prostorski vpletenosti se materializirajo raznolike vsebine, ki jih interpretirajo avtorji na vseh celinah sveta. Geografsko lahko sledimo različnim kulturnim izročilom, bodisi v obliki gradnje vzorca ali pa v izbiri barv. Vsem pa je nekako skupno prepletanje, tkanje in kvačkanje. Tehnike ostajajo na vseh zemljepisnih širinah enake, v izrazu in rezultatih pa sledimo prej

naštetim odstopanjem. V našem prostoru moramo posebej omeniti kolektiv Oloop, ki v svojih delih povezuje rokodelstvo z raziskovanjem vpliva ustvarjalnih procesov na blaginjo posameznika in skupnosti ter vzpostavlja dialog med umetnostjo, oblikovanjem in družbeno odgovornostjo [3, 4]. Eden najodmevnejših projektov je *Ženske, ki vezejo pripoved*. Podobno umetniški par Chiachio & Giannone z monumentalnimi vezanimi postavitvami združuje intimne pripovedi identitete, ljubezni in družine z aktualnimi vprašanji družbene raznolikosti ter skupnostnim sodelovanjem, kot pri projektu *Celebrating Diversity* [5, 6]. Umetnostnozgodovinsko je pomembna dediščina šole Bauhaus s tekstilnimi eksperimenti, ki zlasti z delom Gunte Stölzl potrjuje, da je tekstil že desetletja pomembno raziskovalno področje sodobnega oblikovanja, v katerem se tehnično znanje združuje z umetniškim eksperimentom in abstraktno kompozicijo [7].

Pri raziskovalno-umetniškem projektu so bili na začetku zastavljeni tudi naslednji cilji:

Ustvarjanje likovnih interpretacij v obliki abstraktnega vzorca.

Rušenje stereotipov in zavedanje raznolikosti identitet.

Medkulturno in medgeneracijsko povezovanje.

Fizična izvedba in prenos likovne predloge iz digitalnega prostora v realni objekt. Povezati grafično ustvarjalnost in oblikovanje z uporabnim predmetom.

Javna predstavitev in implementacija objektov v javni prostor, kjer bodo na voljo uporabnikom.

2 Teoretični okvir

2.1 Primeri dobrih praks

2.1.1 Bienale tekstila BIEN

Bienale tekstila BIEN je v leta 2025 pripravil svojo tretjo edicijo. Vsebina zadnjega bienala je tekstilno izražanje vsebinsko povezala z naslovom Zrak. Kurator bienala Lovro Ivančič je poudaril, da zrak ni in ne more biti ločen od kulture, prostora, telesa ali preteklosti ter da je medij gibanja, ritma in življenja. Vse te karakteristike ustrezajo tudi tekstilnemu umetniškemu objektu, ki se je v različnih prostorskih variacijah predstavljal na različnih prizoriščih [1, 2].

Organizatorji bienala s predstavitvijo avtorjev in njihovih del opozarjajo na pomen tekstilnih tehnik in priložnosti, ki jih tekstil ponuja za posredovanje likovnega sporočila. Razstavnici predstavitevni format dopolnjujejo različne delavnice, okrogle mize in predstavitve, s katerimi širšo javnost ozaveščajo o tovrstnem področju ustvarjalnosti. Mednarodna udeležba avtorjev pa v naš prostor vnaša raznolikost in pestrost, s katero se lahko na različnih lokacijah seznanjamo s praksami, ki nastajajo v globalnem umetniškem sistemu in za izraz uporabljajo tekstil kot medij posredovanja sporočila.

2.1.2 Oloop – Tekstilna skupnost za blagor

Kolektiv Oloop sestavljajo tekstilne umetnice Tjaša Bavcon, Katja Burger Kovič in Jasmina Ferček, ki pod tem imenom delujejo od leta 2003. Znanje in izkušnje so pridobile doma in v tujini ter ga v dveh desetletjih nadgradile na presečišču umetnosti, oblikovanja ter družbeno angažiranih in participativnih praks. Njihovo delovanje presega tradicionalne meje oblikovanja. Skozi tekstilno umetnost, sodobne prostorske instalacije in trajnostne produkte ustvarjajo izkušnje, ki po-

vezujejo tradicijo in sodobnost, nagovarjajo čustva in obravnavajo družbeno relevantne teme. Posebno pozornost namenjajo raziskovanju pomena rokodelstva in vpliva ustvarjalnih procesov na blagor posameznika in skupnosti. V središču njihovih projektov so ljudje. Z delavnicami, izobraževanjem in družbeno angažiranimi pobudami gradijo mostove med umetnostjo in vsakdanjim življenjem, povezujejo različne skupnosti, spodbujajo sodelovanje ter raziskujejo vpliv oblikovanja na zdravje, ekologijo, trajnost in identiteto. Njihovo delo je bilo večkrat mednarodno prepoznano, med drugim tudi z nagrado Red Dot Award. Tako je Oloop več kot oblikovanje, je način razmišljanja, ustvarjanja in sobivanja s svetom [3, 4].

2.1.3 Chiachio & Giannone – Participativne tekstilne instalacije

Chiachio & Giannone tvorita umetniški par Leo Chiachio in Daniel Giannone, ki od leta 2003 skupaj živita in ustvarjata v Buenos Airesu. Oba sta akademsko izobražena slikarja, ki sta svojo slikarsko senzibilnost prenesla v ročno vezenje, kjer barvo in potezo čopiča nadomeščata z iglo in nitjo. Njuno delo, pogosto monumentalnih dimenzij, združuje elemente magičnega realizma, humorja in izrazite tehnične virtuoznosti, pri čemer se izražata v različnih materialih in širokem naboru šivov in materialov. Osrednje teme ustvarjanja so družina, identiteta in ljubezen. V svojih tekstilnih portretih pogosto upodabljata sebe in svoje tri jazbečarje, pri čemer reinterpretirata tradicionalni družinski portret, ki ga nadgrajujeta z lastno življenjsko zgodbo. Njuna dela so obenem avtobiografska in univerzalna, saj odpirajo razprave o sodobnih oblikah družine, spolnih vlogah in položaju skupnosti LGBTQ+ v umetnosti in družbi. V svoje projekte pogosto vključujeta tudi skupnostno participacijo. Med najbolj znanimi je projekt Celebrating Diversity, ki sta ga leta 2019 predstavila v Muzeju latinskoameriške umetnosti (MOLAA) v Los Angelesu, kjer je več kot 3000 udeležencev prispevalo vezenine za 36,5 metra dolgo mavrično zastavo, s katero sta umetnika leta 2022 vodila parado ponosa v Long Beachu. Podobne projekte izvajata v sodelovanju z galerijami, muzeji in

kulturnimi ustanovami po svetu, s čimer njuno delo presega galerijski okvir in se uveljavlja kot prostor dialoga, skupnosti in praznovanja raznolikosti. Njune razstave in rezidence segajo od San Diega (Lux Institute, 2020) in Bourgesa v Franciji (Transpalette, 2022) do Čila (Genio Doméstico, 2019), kjer sta izvedla tudi sodelovalno akcijo Bordatón in darovala delo v čast muzeju Violeti Parra. Poleg tekstilnih instalacij kurirata tudi projekte, kot je virtualna razstava CUIR (2021), ki je povezala dvajset kvir (queer) umetnikov iz vse Amerike. Chiachio & Giannone s svojim ustvarjanjem dokazujeta, da je vezenje sodoben likovni jezik, ki omogoča raziskovanje identitete, ohranjanje spomina in graditev skupnosti. Njuno delo združuje tradicionalne tehnike z aktualnimi družbenimi vprašanji in ustvarja prostor, kjer tekstil postane sredstvo za umetniško izražanje, politično refleksijo in vključevanje [5, 6, 8].

2.1.4 Textile Cartographies – Globalna mreža tekstilne pripovedi in participativne umetnosti

Textile Cartographies je mednarodno gibanje, ki se je začelo leta 2022 kot participatorni akcijski raziskovalni projekt, v katerem se tekstilna umetnost uporablja kot sredstvo pripovedovanja zgodb. Projekt koordinira raziskovalna skupina APECV – Research Group on Arts, Community and Education (GriArCE). Mreža trenutno združuje 35 skupin iz 22 držav, v katere so vključene univerze, šole, umetniški kolektivi in različna društva. Vsaka skupina ima enega ali več koordinatorjev, ki skupaj z udeleženci razvijajo akcije in projekte. Ti so zasnovani kot odziv na aktualne globalne izzive, kot so okolje, podnebna pravičnost, socialna pravičnost in trajnost, pri čemer se raziskujejo vizualni diskurzi z uporabo umetnosti in sodobnih tekstilnih tehnologij. Do aprila 2025 je bilo v Textile Cartographies vključenih približno 6000 udeležencev, ki so sodelovali v dejavnostih lokalnih skupin v muzejih, šolah, univerzah, kulturnih ustanovah ter v socialno-zdravstvenih in neprofitnih organizacijah. Tako je mreža primer dobre prakse, kjer tekstil postane orodje za refleksijo, sodelovanje in družbeni dialog na svetovni ravni [9].

2.1.5 Centre for Heritage, Arts and Textile (CHAT) – Tekstilna dediščina in digitalna umetnost

CHAT je muzej tekstilne dediščine v Hongkongu, ki deluje v prenovljenih prostorih nekdanje tovarne bombaža Nan Fung Textiles v Tsuen Wanu. Od odprtja marca 2019 organizira razstave, delavnice in skupnostne programe, s katerimi ohranja materialno in nesnovno tekstilno dediščino ter spodbuja nove ideje in dialoge med dediščino, umetnostjo in oblikovanjem. Identiteta centra izhaja iz osnovne strukture tkanine (osnov in votkov), kar simbolizira njihovo poslanstvo: povezovati različne glasove, discipline in prakse. CHAT se predstavlja kot prostor novih začetkov, kjer se s prepletom umetnosti, oblikovanja in dediščine oblikujejo sodobne interpretacije tekstila. Muzej s tem ne le pripoveduje zgodbo industrijske preteklosti, temveč hkrati izziva konvencionalne predstave o tekstilni umetnosti ter spodbuja raznolike in eksperimentalne prakse. Poleg razstavnih in izobraževalnih dejavnosti CHAT podeljuje tudi raziskovalne štipendije. Namenjene so mednarodnim raziskovalcem, arhivarjem, pisateljem in podiplomskim študentom, ki se ukvarjajo z zgodovino tekstilne industrije Hongkonga in širše. Tako je CHAT muzej tekstilne kulture in laboratorij prihodnosti, ki z inovativnimi pristopi ustvarja prostor za umetniško raziskovanje, skupnostno izmenjavo in trajno valorizacijo tekstilne dediščine [10, 11].

2.1.6 Yarn bombing Los Angeles – Urbana tekstilna intervencija

Yarn bombing Los Angeles (YBLA) je umetniški kolektiv, ki od leta 2010 deluje na presečišču tekstilne umetnosti, ulične umetnosti in urbanih intervencij. Skupina, ki se je razvila iz participatornih projektov »yarn bombinga« v Los Angelesu, deluje v 18th Street Arts Centru v Santa Monici. Njihovo delovanje vključuje javne instalacije, performanse in delavnice, s katerimi razširjajo pojmovanje javne umetnosti ter brišejo meje med rokodelstvom, sodobno umetnostjo in ulično kulturo. Največji projekt kolektiva je bil CAFAM Granny Squared (2013),

pri katerem je več kot 500 sodelujočih iz celega sveta prekrilo pročelje Muzeja obrtnosti in ljudske umetnosti (Craft and Folk Art Museum) z ročno kvačkanimi kvadrati. Po demontaži so prispevki v sodelovanju z ženskimi centri v Los Angelesu dobili novo življenje kot odeje. Kolektiv s svojimi participativnimi pristopi gradi skupnost, sodelovanje in javni dialog, hkrati pa utrjuje tekstil kot medij sodobne umetnosti v javnem prostoru [12].

2.1.7 Bauhausova dediščina tkanja

Tekstilna znanja preteklosti so spretno izrabile in vnovično oživile udeleženske Weimarske šole Bauhaus. Vezene in pletenine so nastajale na poglobljenih študijah kompozicije, barvnih odnosov in oblikotvornosti, ki so najprej nastajali na papirju ali platnu. Prek gradiva spoznavamo, da so te najprej nastajale s klasičnimi izrazi, bodisi s pomočjo risbe ali v slikarskih tehnikah akvarela, suhih barvnih svinčnikov ipd. Tekstilije so bile ustvarjene s pomočjo geometrijskih oblik, kjer pravokotnike dopolnjujejo tudi rombi, trikotniki in krogi. Kompleksnost kompozicije in razširjeno barvno lestvico je eksperimentalno ustvarila Gunta Stölzl. Tekstilnemu izročilu je dodala umetniški predznak, kar je rezultiralo v obliki tekstilij in sodobnih tapiserij, pri čemer pa sledimo tudi oblikovanim eksperimentom na in v tkanih elementih v dela [7].

2.2 Motivi in barve Balkana

Čilim je tkana preproga, pri kateri se na obeh straneh prikazuje enak motiv, torej jo lahko kot »pozitiv« uporabljamo na obeh straneh tekstilnega izdelka. Perzijsko poimenovanje za tovrstno tkano preprogo je *palas* [13]. Za vse preproge je značilna dualnost, ki se kaže v tehniki in izvedbi motiva ter simboliki upodobljenih motivov. V slednji se **totemski plemenski motivi** povezujejo z verskimi znaki, simboliko motiva pa nadgrajuje tudi barvna paleta.

Motivika balkanskega čilima (čilim) je bogata s simbolnimi pomeni, ki izvirajo iz različnih zgodovinskih obdobj, pogosto celo iz neolitika. Ti simboli so večplastni: izražajo plodnost, zaščito, kozmični

red, pa tudi srečo in blagor skupnosti [14–16]. Elementa, ki se pojavljata v grafičnih predlogah, sta dva.

Motiv trikotnika (sliki 1 in 2) se pojavlja bodisi posamezno, kjer predstavlja amulet, talisman oziroma čar, ali v nizu, kjer tvori vzorec v frizu, imenovan zobci, tekoča voda, trakovi oblakov ali kača. Trikotnik v čilimu nosi več pomenov: simbolizira vodo kot vir življenja, odpira "nebeška vrata", varuje sveti prostor, hkrati pa je tudi simbol plodnosti. Njegov izvor sega v prazgodovino in neolitik. Kompozicije s trikotniki na bosanskih čilimih, imenovane *dulumaš*, *kriškaš*, *sofraš ali makaze*, predstavljajo širjenje veselja, neskončnost prostora in simbol plodnosti [14–18].



Slika 1: Trikotni motiv je prisoten na različnih delih preproge. Prirejeno po viru Amna Design. [15]

Motiv zvezde (slika 2) je eden najpogostejše uporabljenih elementov, ki ga najdemo v različnih oblikah kot preprosto zvezdo, stopničasto kolo ali v obliki t. i. »ljubezenske bordure«, ki združuje zvezdo in "malo kolo". Simbol predstavlja srečo in blaginjo, plodnost, pa tudi božjo svetlobo in univerzalni kozmični red. Njegovo izročilo se navezuje na neolitsko obdobje [14–18].



Slika 2: Trikotni motiv in zvezdni motiv se pojavljata v različnih kombinacijah z dodatnimi dekorativnimi elementi. Prirejeno po viru Amna Design. [15]

Ti motivi so značilni za bosanske preproge in se pogosto prenašajo iz generacije v generacijo kot del družinske dediščine. Balkanska mitologija nas nagovarja z različnimi zgodbami in protagonisti, ki so zaznamovali verovanja naših prednikov. Vizualizacija ljudske umetnosti ima ključno vlogo pri ohranjanju in ozaveščanju o kulturi ter zgodovini naroda, hkrati pa krepi zavest o raznolikosti naše družbe. Na območju Balkana in tudi širše po Evropi se kot najznačilnejše barve posameznih kulturnih tradicij pojavljajo črna, bela in rdeča. V simbolnem pomenu je črna predstavljala zemljo oziroma Mater Zemljo ter s tem plodnost in stabilnost. Rdeča barva je bila povezana z življenjsko energijo in krvjo, hkrati pa simbolizira moč, nadaljevanje rodu in boj. Bela je v tradicionalnem razumevanju ponazarjala večnost in duha, nebo ter čistost [18, 19].

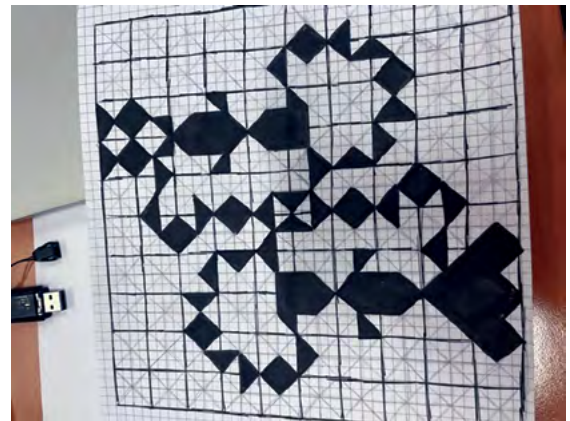
Te barve so imele pomembno vlogo že v kolutensko-tripilski civilizaciji pred približno osem tisoč leti, ki skupaj z vinčansko kulturo, oblikovano na Balkanu, veljata za enega najzgodnejših temeljev evropskega kulturnega razvoja. Civilizacija je bila geografsko umeščena na območje današnje Romunije in Ukrajine [19]. Takšna barvna simbolika se odraža tudi v materialni kulturni dediščini Balkana, saj prav kombinacija rdeče, črne in bele prevladuje v vezeninah, na pisanicah in številnih drugih predmetih, ustvarjenih v okviru ljudske in umetnostne obrti.

3 Eksperiment

3.1 Od ilustracije do mreže

Nejla Kadić je leta 2024 ustvarila serijo 22 likovnih podob oziroma ilustrativnih interpretacij, ki izhajajo iz balkanske folklorne dediščine in so bile izhodišče ter navdih za nadaljnje raziskovanje likovnega snovanja grafičnega vzorca [14, 18]. Njene ilustracije so bile v nadaljnjem procesu nadgrajene in transformirane v abstraktne vzorce, zasnovane na vizualnih izhodiščih tradicionalnih čilimov in njihovih značilnih ornamentnih motivih.

Ob likovnem snovanju smo se poglobili v svet ritualov, ples in etnografsko tradicijo Balkana ter se konceptualno navezovali na ljudska verovanja, zgodbe in pripovedno izročilo preteklosti, kar je pomembno prispevalo k oblikovanju vsebinskega in vizualnega konteksta raziskave. S študenti Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani smo gradili vzorce tako na ravni materiala kot tudi na simbolni, pripovedni ravni. Ilustracije smo najprej naredili na papirju (slika 3) in jih nato prenesli v digitalno obliko v programih Adobe Illustrator in Affinity Design.



Slika 3: Skica ilustracije, sestavljena iz trikotnikov, ki jo je ustvarila Sara Selšek

Teja Medvešček je izbrana dela nato uvozila v program Adobe Illustrator, kjer smo z uporabo funkcije *Create Object Mosaic* bitne slike pretvorili v mrežo kvadratnih vektorskih polj. Preizkusili smo

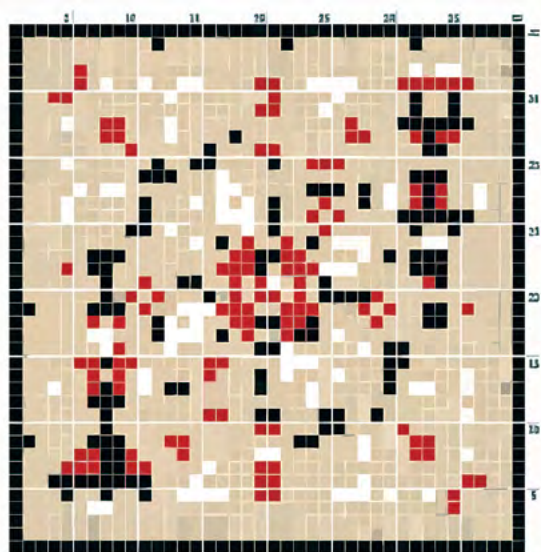
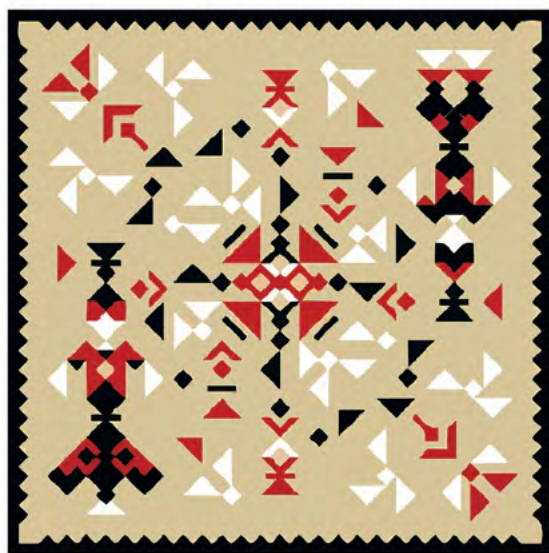
mreže v velikostih 30×30 , 40×40 in 50×50 polj ter ugotovili, da je za naš projekt najprimernejša mreža 40×40 .

V naslednjem koraku je sledila obdelava barv. Pri pretvorbi slik v mrežo se posamezna polja samodejno obarvajo glede na povprečno barvo slikovnih točk, iz katerih so sestavljena, zato je bil vsak kvadrat rahlo drugačnega odtenka. Da bi poenotili videz in hkrati ohranili izvirno zasnovo, smo vsem poljem določili eno izmed treh barv, ki so bile uporabljene že pri izdelavi izvirnih motivov. Pri tem smo si pomagali z orodjem *Magic Wand*, s katerim smo z nastavitvijo tolerance izbirali polja s podobnimi odtenki in jim nato dodelili ustrezno barvo. V tem postopku smo imeli določeno svobodo, saj je bilo treba najti ravnotežje med čim bolj verodostojnim poustvarjanjem motiva in omejenim barvnim naborom.

Pri oblikovanju mrež nismo težili k strogi simetriji, temveč smo ohranjali rahle nepravilnosti, ki pripomorejo k avtentičnosti in vizualni zanimivosti. Podoben princip je mogoče zaslediti tudi v nekaterih

tradicionalnih tehnikah tkanja (npr. pri perzijskih preprogah), kjer mojstri pogosto namenoma vpletejo manjšo nepopolnost kot izraz ročne izdelave.

Slika 4 predstavlja digitalno ilustracijo, ki je nastala na predlogi karte Zaljubljenca, pri kateri je Nejla Kadirić upodobila *Pižoja in Pende*. Abstrahirani figuri obdaja cvetno polje, ki naznanja prihod pomladi [14]. Sara Selšek je motiv zgradila iz trikotnikov in upodobila zanko, ki simbolizira njuno povezanost in zavezo. Pri ustvarjanju smo si zadali cilj, da bi bila grafična predloga za gledalca zanimiva z vseh strani. Pri večini rezultatov se srečujemo s centralno kompozicijo, kjer se iz središča nadaljujejo zapleteni vzorci. Krožne zasnove dopolnjujejo kompozicije z vertikalnimi preslikavami oz. zrcalnimi upodobitvami motiva. Bolj ko smo se oddaljevali od osnovnih gradnikov, bolj so vzorci dopuščali odprto interpretativnost. V teh abstraktnih realizacijah smo dosegli dovršene module, ki jih je bilo mogoče s ponavljanjem sopostavljati v kompleksnejše likovne pripovedi.



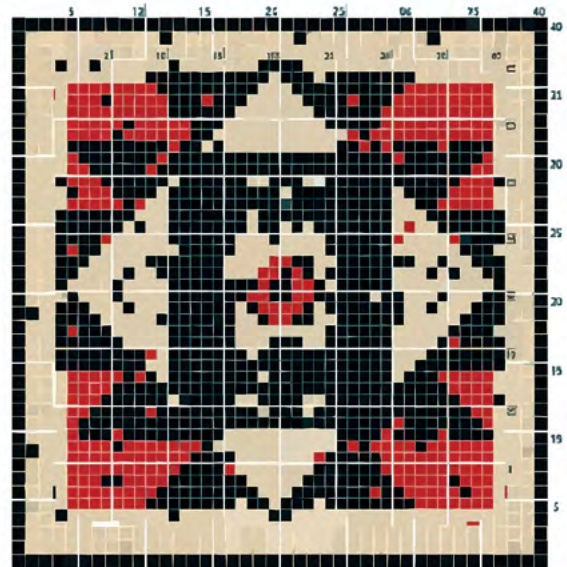
Slika 4: Ilustracija in konstrukcijska mreža na osnovi karte Zaljubljenca

Temelj vzorca je njegova možnost ponavljanja in postavljanja drugega ob drugega, z obračanjem in zrcaljenjem pa lahko dosegamo kompleksnejše in zanimivejše vzorce, kar sami likovni formi odvzema ponavljajočo se monotonost [20].

Ilustracijo je povsem abstraktno likovno interpretiral Marika Gönc (slika 5). Grafična zasnova nosi naslov Wabi-Sabi, poimenovan po starodavni japonski filozofiji, ki v nasprotju z zahodnimi estetskimi ideali poudarja sprejemanje nepopolnosti in

minljivosti. Dekonstrukcija popolnosti se v delu odraža skozi povezovanje posameznih linij z večjimi ploskvami ter v načrtni asimetriji kompozicije, kjer leva in desna stran nista povsem enaki, podobno kot tudi človeško telo ni popolnoma simetrično. Avtori-

ca je s tem želela v ospredje postaviti lepoto iskanja notranje resnice in sprejemanja nepopolnosti kot estetske vrednote. Osrednji motiv zasnove je zvezda z dodatnimi dekorativnimi elementi.



Slika 5: Ilustracija in konstrukcijska mreža na osnovi karte Puščavnika

3.2 Veznine društva Razkrite roke

Ročne tekstilne tehnike, kot je vezenje, so bile skozi zgodovino pomemben del vsakdanjih opravil in so hkrati nosilec kulturne dediščine.

Vezenje in izdelovanje vezenin sta v osnovi ročno vzorčenje osnovnega blaga z nitjo. Vezemo lahko na bombažno, laneno ali konoplino platno, lahko pa vezemo tudi na umetne materiale. Z iglo in vezilno nitjo lahko vezemo tudi na druge tkanine, polst, usnje ali umetne materiale, ki omogočajo perforacijo. Kot statusni simbol je bilo vezenje rezervirano za plemstvo in meščanstvo, še vedno pa je zelo prisotno v liturgičnih oblačilih, kjer so se v samostanih ustanovljale vezilne delavnice. Gre za dolgotrajen proces, ki ga v sodobnosti nadomeščajo stroji. Eno takšnih vezilnih tovarn smo imeli v preteklosti na Bledu; Veznine Bled so opremile prenekatero gospodinjstvo v Sloveniji. Na Slovenskem ločimo dve tehniki vezenja. Prva je vezenje po risani predlogi, ko si vezilja na podlago nariše vzorec in po njem z nitjo veže motiv.

Druga pa je vezenje po štetih nitih, v tem primeru so zelo poznani t. i. križci, kjer se motiv veže na redko tkano površino in motiv spominja na t. i. *Pixel Art* [21, 22].

Čeprav jih danes pogosto nadomeščajo strojni postopki, ostaja ročno vezenje izraz ustvarjalnosti, potrpežljivosti in osebnega odnosa do tekstilnega materiala. Namen našega projekta je bil opozoriti na pomen teh spretnosti kot del premične kulturne dediščine, ki se izgublja, ter s sodobnimi interpretacijami dopolniti nabor izdelkov, ki jih v okviru prostočasnih dejavnosti ustvarjajo članice društva Razkrite roke, ženske različnih generacij, večinoma upokojene. Konstrukcijska mreža nam je omogočala, da smo likovne predloge v nadaljevanju pripravili in prilagodili za vezenje (slika 6). Veznine so nastale na osnovi iz jute, saj je struktura naravnega materiala omogočala lažje preštevanje in vezenje vzorca (slika 7).



Slika 6: Priprava na vezenje po konstrukcijski mreži in začetek dela

Juta je cenovno dostopno rastlinsko vlakno, ki se v notranji opremlja predvsem za grobe tkanine, preproge, pregrinjala in podlage. Zaradi visoke nate-

zne trdnosti dobro prenaša mehanske obremenitve, vendar je manj prožna in bolj občutljiva na vlago in svetlobo, kar lahko vpliva na njeno obstojnost [23].



Slika 7: Končni izdelek vezenin izpod rok članic društva Razkritih rok

Vezilni material je bil mešanica akrilnih in volnenih vlaken v štirih različnih barvah: črni, rdeči, beli in bež. S tem smo se navezali na izročilo umetniškega

vozlanja preprog in izdelave čilimov. Veznine smo obrezali in dopolnili ter vključili na večno tekstilno podlago in jo oblikovali v vzglavnik (slika 8).



Slika 8: Okrasni blazini po ilustracijah Sare Selšek levo in Marike Gönc desno

Volna je v primerjavi z juto mehkejša, toplejša in bolj prožna, kar ustreza tapetniškim tkaninam, lahko se uporablja za oblazinjenje in dekorativne tekstilije. Poleg naravne volne so v interierju razširjena tudi sintetična vlakna (npr. akril), ki posnemajo volno, saj ponujajo dobro barvno obstojnost, preprosto vzdrževanje in dostopnejšo ceno. Okrasne blazine iz volne in volni podobnih vlaken so cenjene zaradi udobja, toplote in estetskega učinka. Volna zagotavlja prijetno otipnost in naravno zračnost, medtem ko sintetična vlakna omogočajo večjo obstojnost oblike in nižje stroške. Juta se redkeje uporablja za blazine, vendar lahko v kombinaciji z drugimi vlakni ustvari rustikalen vtis ali se uporablja kot polnilo. Sodobni trendi pri oblikovanju interierja temeljijo na kombiniranju različnih naravnih in sintetičnih vlaken, da se doseže uravnoteženost med trajnostjo, estetiko in funkcionalnostjo [23, 24].

3.3 Urbani sedalniki

Ilustracije smo natisnili v tehniki kapljičnega tiska na ceradni material. Za polnilo smo izbrali 2 cm debelo peno, ki smo jo vključili kot polnilo za urbane sedalne blazine. Pena je dvodimenzionalnim grafičnim odtisom na materialu cerade dodala volumen in posledično funkcionalnost. Umetni polimer nam je

omogočil šivanje s šiviljskim strojem, kompaktnost materiala pa možnost uporabe v zunanjem prostoru. Ob tiskanju ni prišlo do izgube podatkov, predloge so namreč ohranile svoj videz, prav tako ni bilo izgub pri izbranih barvah (slika 9).



Slika 9: Primer urbanega sedalnika z ilustracijo Zale Škodnik od blizu

4 Rezultati z razpravo

Z vsako javno predstavitevijo smo lahko ustvarjalno delo preverjali v novih kontekstih. Odnos v galerijskem prostoru je bil popolnoma drugačen kot v javnem prostoru. Dela so bila v eksterierju manjša in v komplementarnem odnosu z zeleno, kontrastna in jasno izpostavljena.

Projekt je bil prvič javno predstavljen marca v

Gornjesavskem muzeju na Jesenicah. Razstava z naslovom *Prepleteni z vseh vetrov* je ob grafičnih zasnovah in interpretacijah likovnih predlog predstavila tudi vezenine društva *Razkrite roke* (slika 10) [25].



Slika 10: Predstavitev končnih izdelkov študentov Naravoslovnotehniške fakultete in društva *Razkritih rok*, 2025

Sestavljena kompozicija na razstavi *Zrak Bien 2025* (slika 11) je tvorila dialog med vsemi grafičnimi interpretacijami in različicami, ki so jih ustvarili avtorji iz različnih lokalnih okolij, in vsak je v celoto vnesel svojo avtorsko izjavo. Čeprav so industrijsko odtisnjene, grafične zasnove vključujejo tradicionalne značilnosti čilimov. Preproga na zraku, kjer se je nekdaj stepala in osvobajala prahu, je v razstavnem projektu postala performativni objekt, s katerim lahko posamezniki najdejo svoje udobno sedišče v urbanem prostoru [26, 27].



Slika 11: Predstavitev projekta na otvoritvenem dnevu *BIEN* na Jesenicah, 2025

Vzorci nas spremljajo v najrazličnejših življenjskih okoliščinah in se nam predstavljajo v različnih oblikah. V rezultatih projekta smo ustvarili kvadratne preproge, ki so bile med raziskovanjem razstavljene v kontekstu čilimov in s ključnimi elementi na novo sestavljeni dinamični vzorci, kjer se pri vseh vzorcih v likovnem kvadratu vzpostavlja center in z njim rotacija. Likovne predloge so v dialogu z digitalnimi ilustracijami Nejde Kadić skupaj tvorile zaključeno celoto različnih izhodišč in formalnih premislekov o vzorcih in dediščini balkanskega tkanja, prepletanja in tekstilnega ornameta. Na eni strani urbane blazine je bila upodobljena digitalna ilustracija Nejde Kadić in na drugi strani interpretacija študenta.

V sklopu bienalskih dogodkov smo izvedli potujočo razstavo na vlaku, kjer so grafične interpretacije potovale od Jesenic do Nove Gorice (slika 12). S projektom smo opozorili na sedišča, predvsem pa na stojišča, ter potnikom ponudili priložnost za sedenje v drugačnem »formatu«.



Slika 12: Predstavitev projekta na vlaku Slovenskih železnic, 2025

Grafične zasnove v dialogu z vezeninami so priložnost, da z razstavnim projektom gradimo odnos med tradicionalnim in sodobnim, hkrati pa dokaz, da je tekstilno ustvarjanje priložnost za izražanje in preseganje družbenih razmejitev. Pripomorejo k občutku pripadnosti in omogočajo ohranjanje kulturnega izročila. Verjamemo, da uporaba simbolov in ilustracij v tovrstnih ustvarjalnih projektih

ponuja priložnost za dialog in vključevanje različnih skupnosti. V to skupnost smo povabili tudi članice društva Razkrite roke z Jesenic. Z njimi smo naše grafične vzorce prevedli nazaj v vezenino in se s tem navezali na tradicijo čilimov. Grafični vzorci, ki smo jih ustvarjali pri predmetu Likovne analize grafičnih izdelkov 2 (Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje), so z nitjo Razkritih rok tako na ravni materialnosti kot tudi na ravni sporočilnosti vstopili v drugačen likovni prostor. Medgeneracijsko in medkulturno smo spletli posebno vez, ki se sedaj ohranja v dialogu med digitalnim odtisom in tekstilnim izdelkom.

Prepišnost našega prostora je skozi stoletja omogočila izmenjave različnih kultur, ljudstev in narodov, ki so prostor zaznamovali z bogatimi vzorci, oblikami in vsebinami, ki jih še danes srečujemo v sodobnih oblikah praznovanj. Ta kulturni preplet (slika 13) nas je oblikoval v narod, ki je zlasti v južnem in vzhodnem delu Slovenije prepoznaven po značilnih vezenih vzorcih, nekoč prisotnih na tradicionalnih oblačilih, danes pa se nekateri ohranjajo tudi na sodobnih vezeninah in oblikovanih tekstilih.



Slika 13: Umestitev urbanih sedalnikov v javni prostor prenovljene železniške postaje v Novi Gorici, 2025

Urbane sedalnike, predstavljene na treh razstavnih dogodkih, bodo v prihodnje uporabljali kustosi, pedagogi v Gornjesavskem muzeju na Jesenicah. S

tem smo v projekt vključili še eno starostno skupino, ki bo lahko mislila in uporabljala naš medgeneracijski in večmedijski projekt. S projektom smo mladim predstavili dejavnost, ki je vpisana v Register nesnovne kulturne dediščine, in sicer v obeh tehnikah. Prva je vezenje po narisku, druga pa vezenje po štetih nitih.

5 Sklep

Raziskovalno-umetniški projekt je bil zasnovan z jasno določenimi cilji, ki so usmerjali celoten proces od zasnove do izvedbe in javne predstavitve. V nadaljevanju preverjamo, v kolikšni meri so bili ti cilji doseženi ter kako se odražajo v ustvarjalnih, tehničnih in družbenih rezultatih projekta.

Prvi zastavljeni cilj, ustvarjanje likovnih interpretacij v obliki abstraktnega vzorca, lahko potrdimo. Vektorske risbe smo pretvorili v digitalne mreže (40 × 40), te pa so se v nadaljnjem procesu razvile v abstraktne vzorce, ki so pri vezenju dobili svojo končno podobo. Vzorci izhajajo iz kulturne dediščine čilimov, a jo hkrati prevajajo v sodoben vizualni jezik. Omejena barvna paleta (rdeča, črna, bela in svetli oker) je pripomogla k skladnosti in celovitosti zasnove.

Drugi zastavljeni cilj, rušenje stereotipov in zavedanje identitet, lahko le delno potrdimo. Projekt je s posodobljeno predstavitvijo balkanske folklorne simbolike spodbudil razmislek o identiteti in kulturni raznolikosti. Vendar neposrednih merljivih učinkov na rušenje stereotipov ni bilo mogoče zaslediti, saj gre predvsem za dolgoročen proces družbene recepcije.

Tretji zastavljeni cilj, medkulturno in medgeneracijsko povezovanje, lahko potrdimo. Sodelovanje s članicami društva Razkrite roke, ženskami različnih generacij, večinoma upokojenimi, in študenti Naravoslovnotehniške fakultete je omogočilo izmenjavo izkušenj, veščin in pripovedi. Projekt je vzpostavil most med akademskim okoljem, lokalnimi skupnostmi in različnimi generacijami ter tako okrepil povezovalno vlogo ustvarjanja.

Četrty zastavljeni cilj, fizično izvedbo in prenos likovne predloge iz digitalnega prostora v realni objekt, lahko potrdimo. Digitalne grafične predloge so bile prenesene v fizične objekte: urbane elemente in tridimenzionalne tekstilne objekte. S tem je bila dosežena jasna povezava med grafičnim oblikovanjem, umetniškim izražanjem in uporabnim predmetom.

Peti in zadnji zastavljeni cilj, javno predstavitev in implementacijo objektov v javnem prostoru, prav tako lahko potrdimo. Projekt je bil predstavljen na več lokacijah: Gornjesavski muzej na Jesenicah (*Prepleteni z vseh vetrov*), BIEN 2025 (performativni objekt Preproga na zraku), potujoča razstava na vlaku Slovenskih železnic in intervencija v Novi Gorici. Urbani sedalniki bodo ostali v trajni rabi v muzeju, kar potrjuje tudi implementacijo v javnem prostoru.

Viri

- Ivančič, L. (n.d.). *Ozone is healing – and so can we. Curatorial text. BIEN 2025*. Retrieved October 1, 2025, from <https://layer.si/bien/en/kr/curatorial-text/>
- GO! 2025. (n.d.). *BIEN Textile Art Biennial 2025*. Retrieved October 1, 2025, from <https://www.go2025.eu/en/projects/bien-textile-art-biennial-2025>
- Visit Ljubljana. Oloop. (n.d.). *Art, stories and connections*. Retrieved September 13, 2025, from <https://www.visitljubljana.com/en/poi/olooop/>
- Center Rog. (n.d.). *Oloop – well-being: textile communities as spaces of power*. Retrieved September 13, 2025, from <https://www.center-rog.si/en/programme/olooop-well-being-textile-communities-as-spaces-of-power/>
- Textile Curator. (n.d.). *Interview with Chiachio & Giannone*. Retrieved September 13, 2025, from <https://textilecurator.com/artist/chiachio-giannone/>
- Isabel Croxatto Galería. (n.d.). *Chiachio & Giannone*. Retrieved September 13, 2025, from <https://isabelcroxattogaleria.com/artists/28-chiachio-giannone/overview/>
- Wortmann Weltge, Sigrid. (1993). *Bauhaus textiles: women artists and the weaving workshop* (pp. 11–55). Thames & Hudson
- Museum of Latin American Art (MOLAA). (n.d.). *Exhibition Chiachio & Giannone: Celebrating diversity: March 17, 2019 – Aug. 4, 2019*. Retrieved September 13, 2025, from <https://molaa.org/chiachiogiannone>
- Textile cartographies. (n.d.). *Textile Cartographies: A participatory arts, craft and design network*. Retrieved September 13, 2025, from <https://textilecartographies.weebly.com/textile-cartographiesproject.html>
- Centre for Heritage, Arts & Textile (CHAT). (n.d.). *CHAT – Beyond the Museum*. Retrieved September 13, 2025, from <https://www.mill-6chat.org/about/chat/>
- Ocula. (n.d.). *CHAT - Centre for Heritage, Arts & Textile*. Retrieved September 13, 2025, from <https://www.ocula.com/institutions/chat-centre-for-heritage-arts-and-textile/exhibitions/interactive-experience-illuminate-loom/>
- Yarnbombing Los Angeles. (2025, August 29). In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Yarnbombing_Los_Angeles&oldid=1308419910
- Loos, A. A. (1995). *Čarobni svet orientalskih preprog*. P. Amaliotti
- Kadić, Neja. (2023). *Ilustracija balkanske folklore: magistrsko delo*. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta
- Bin Misra, A. (n.d.). *Morića Han*. Retrieved October 20, 2025, from <https://www.amnabm.com/portfolio/morica-han/>
- Fena. (2018, August 4). *Kakve tajne skriva tradicionalni bosanski ćilim*. Radio Sarajevo. <https://radiosarajevo.ba/metromahala teme/kakve-tajne-skriva-tradicionalni-bosanski-cilim/308579>

17. Tučić, R. (2024, May 22). *Svaki bosanski ćilim je dio bh. identiteta i posebna priča*. Balkan Diskurs. <https://balkandiskurs.com/2024/05/22/svaki-bosanski-cilim-je-bh-identitet-i-posebna-prica/>
18. Kadirić, N., & Beja, B. (2025). Digital illustration based on the cultural heritage from the Balkans. In K. Pap (Ed.), *28th International Conference on Printing, Design and Graphic Communication Blaž Baromić 2025: Zbornik prispevkov* (pp. 108–123). Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb
19. Petrič, I. (2022). *Zvezda, ki vodi v večnost*. Klub Veles, center vseživljenjskega učenja in povezovanja s predniki.
20. Muhovič, J. (2015). *Leksikon likovne teorije*. Celjska Mohorjeva družba.
21. Beja, B. (2025). Tekstil kot gradnik umetniške izjave. In *Degradirana okolja in umetnost: Degradirana okolja, tekstil in 3D tisk v umetnosti in izobraževanju: Učbenik* (pp. 47–60). Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani.
22. Jakšić, D. (2007). *Projektiranje in konstrukcija tekstilij in oblačil* (pp. 246–248). Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, Univerza v Ljubljani.
23. Guo, Y., Tataranni, P., & Sangiorgi, C. (2023). The use of fibres in asphalt mixtures: A state of the art review. *Construction and Building Materials*, 390, 131754. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131754>
24. Ammayappan, L. (2022). Physical and chemical properties of wool fibers. In *Wool fiber reinforced polymer composites* (pp. 49–71). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824056-4.00011-X>
25. Peternel, Urška (2025, April 9). *Prepleteni iz vseh vetrov*. Gorenjski glas. <https://www.gorenjskiglas.si/lokalno/prepleteni-iz-vseh-vetrov-260836/>
26. Univerza v Ljubljani. (2025, April). *Kulturnica, april 2025*. <https://www.uni-lj.si/univerza/umetnost/kulturnica/april-2025>
27. Balkanska folklor. (n.d.). *Na prepihu balkanske folklore*. Retrieved September 13, 2025, from <https://balkanskafolklor.com>

Gönc Marika, Beja Boris

University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles, Graphic Arts and Design, Snežniška 5, 1000 Ljubljana

From Balkan Motifs to Contemporary Graphic and Textile Objects in Public Space

Od balkanskih motivov do sodobnih grafičnih in tekstilnih objektov v javnem prostoru

Professional article/Strokovni članek

Received/Prispelo 10–2025 • Accepted/Sprejeto 1–2026

Corresponding author/Korespondenčni avtor:

Prof. Boris Beja

E-mail: boris.beja@ntf.uni-lj.si

ORCID iD: 0009-0009-7953-4534

Abstract

Building on the foundations of the past and present, we can create a future where modern artistic interpretations of ethnological heritage remain an important source of inspiration for textile creators. Today, textile techniques intersect with modern technologies, materials and content, which also alters the perception and evaluation of textile outcomes. Ethnological tradition encourages us to revitalise the past and present it to modern users in updated forms, while the artistic patterns once woven, embroidered, or knitted from thread are also transformed through new materials and processes. In the project, a thread was understood as a fundamental means of textile artistic expression and as a hidden network of pattern design that interprets the content of digital illustration. The vector drawings, conceived as tools for divination, originated from the stories of the Balkan geographical area and gradually evolved from naturalistic depictions into abstract patterns, intertwining elements of woven kilim carpets and their symbolism. The artistic compositions were enhanced by three selected colours, i.e. red, black and light ochre, which ensured through a limited palette the visual coherence of the objects created. The vector results establish a link between the ethnological tradition and contemporary reinterpretation of movable heritage. Their materialisation as prints on tarpaulin for urban seat cushions and as hand embroidery, created in collaboration with the project members Razkrite roke (Engl. Revealed Hands), enabled the transition from flat digital graphics to tactile, three-dimensional textile forms. Inter-institutional and intergenerational collaboration expanded the creative process into the realm of community dialogue and highlighted the importance of transferring craft knowledge into a contemporary context, where textiles serve as a connecting medium between the past and the present, the artistic and the practical.

Keywords: textile pattern, embroidery, inkjet printing, Balkan textile heritage, vector graphics, craft knowledge transfer

Izvleček

Na temeljih preteklosti in sedanjosti lahko gradimo prihodnost, v kateri sodobna likovna interpretacija etnološke dediščine ostaja pomemben vir navdiha za ustvarjalce na področju tekstila. Tekstilne tehnike se danes srečujejo s sodobnimi tehnologijami, materiali in vsebinami, s čimer se spreminja tudi dožemanje in



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.

vrednotenje tekstilnega rezultata. Etnološko izročilo nas nagovarja, da preteklost aktualiziramo ter jo v posodobljenih oblikah približamo sodobnemu uporabniku, obenem pa se z novo rabo materialov in postopkov preoblikujejo tudi likovni vzorci, ki so se nekdaj tkali, vezli ali pletli iz niti. Nit je bila v projektu razumljena kot osnovno sredstvo tekstilnega likovnega izražanja in kot skrita mreža zasnove vzorca, ki vsebinsko interpretira digitalno ilustracijo. Vektorske risbe, zasnovane kot pripomoček pri divinaciji, so izhajale iz zgodb balkanskega geografskega prostora ter se iz naturalističnih upodobitev postopno preoblikovale v abstraktne vzorce, v katerih se prepletajo elementi tkanih preprog čilimov in njihova simbolika. Likovne kompozicije so dopolnjevale tri izbrane barve: rdeča, črna in svetli oker, ki so z omejeno barvno paleto zagotovile vizualno skladnost izvedenih objektov. Vektorski rezultati vzpostavljajo vez med etnološkim izročilom in sodobnim reinterpreterjanjem premične dediščine. Njihova materializacija v obliki natisov na cerado za urbane sedalne blazine ter v ročnih vezeninah, ustvarjenih v sodelovanju z društvom Razkrite roke, je omogočila prehod iz ploskovite digitalne grafike v taktilno tridimenzionalno tekstilno obliko. Medinstitucionalno in medgeneracijsko sodelovanje je razširilo ustvarjalni proces v polje skupnostnega dialoga ter poudarilo pomen prenosa obrtnega znanja v sodobni kontekst, kjer tekstil deluje kot povezovalni medij med preteklim in sodobnim, umetniškim in uporabnim.

Ključne besede: tekstilni vzorec, vezenje, kapljični tisk, balkanska tekstilna dediščina, vektorska grafika, prenos obrtnega znanja

1 Introduction

The field of textile expression is once again emerging as a distinct form of artistic communication. Today, textile objects and installations compete with drawing, painting and sculpture at major international exhibitions and festivals, e.g. BIEN Textile Biennale [1, 2]. Through textiles, artists increasingly address archetypal themes: this soft, warm and homely material enables the creation of intimate, physically marked, yet spatially expansive artistic statements in diverse forms and contexts.

Textiles manifest themselves in space in relation to our bodies. On the one hand, textiles are our “second skin”; on the other, they are embedded in various interiors or exteriors as artistic statements that we observe, evaluate and contemplate through our own bodies. In this spatial engagement, diverse content materialises, interpreted by creators on all continents. Geographically, we can trace different cultural traditions, whether in pattern construction or choice of colours. However, in a way, they all share interweaving, weaving and crocheting. The techniques remain the same across all geographical regions, the previously mentioned variations still

being observed in expression and results. We do not need to look far, as in our immediate vicinity, there is the Oloop collective, which in its work connects handicraft with research into the impact of creative processes on the well-being of individuals and the community, and establishes a dialogue between art, design and social responsibility [3, 4]. One of its most prominent projects is Women Who Embroider a Story. Similarly, the artistic duo Chiachio & Giannone, with their monumental, embroidered installations, combine intimate narratives of identity, love, and family with current issues of social diversity and community engagement, as in the project Celebrating Diversity [5, 6]. Historically, the legacy of the Bauhaus school with its textile experiments, especially the work of Gunta Stölzl, confirms that textiles have been an important research field in contemporary design for decades, combining technical knowledge with artistic experimentation and abstract composition [7].

The research and artistic project initially set among others the following objectives: creating artistic interpretations in the form of abstract patterns;

challenging stereotypes and raising awareness of the diversity of identities; fostering intercultural and intergenerational connections; physically implementing and transferring an artistic template from digital space to a real object; graphic design and artistic concept include the connection between the artistic product and a functional object; public presentation and installation of objects in public spaces.

2 Theoretical framework

2.1 *Examples of good practice*

2.1.1 **BIEN Textile Biennale**

The BIEN Textile Biennale prepared its third edition for 2025. The biennale explored textile expression under the theme Air. The curator, Lovro Ivančič, emphasised that air is inseparable from culture, space, the body and the past, and that it serves as a medium for movement, rhythm and life. All these qualities also apply to the textile art object, which was presented in various spatial forms at different venues [1, 2].

By showcasing the artists and their works, the organisers highlight the significance of textile techniques and the possibilities textiles offer for conveying artistic messages. The exhibition format is enhanced by workshops, round tables and presentations, which help raise public awareness of this form of creativity. The international participation of artists brings diversity to our environment, allowing us to encounter practices emerging in the global art scene that use textiles as a medium for communication.

2.1.2 **Oloop – textile community for wellbeing**

The Oloop collective comprises textile artists Tjaša Bavcon, Katja Burger Kovič and Jasmina Ferček, who have been working under this name since 2003. They have gained knowledge and experience both in Slovenia and abroad, building on it for over two decades at the intersection of art, design and socially engaged, participatory practices. Their work transcends traditional design boundaries. Through textile art, contemporary spatial installations and

sustainable products, they create experiences that connect tradition and modernity, evoke emotions and address socially relevant topics. They pay particular attention to exploring the meaning of craftsmanship and the impact of creative processes on the wellbeing of individuals and communities. People are at the centre of their projects. Through workshops, education and socially engaged initiatives, they build bridges between art and everyday life, connect different communities, encourage cooperation and explore the impact of design on health, ecology, sustainability and identity. Their work has received international recognition several times, including the Red Dot Award. Oloop thus represents more than design; it is a way of thinking, creating and coexisting with the world [3, 4].

2.1.3 **Chiachio & Giannone – participatory textile installation**

Chiachio & Giannone is an artistic duo comprising Leo Chiachio and Daniel Giannone, who have been living and working together in Buenos Aires since 2003. Both are academically trained painters who have transferred their artistic sensibilities to hand embroidery, replacing colour and brushstrokes with needle and thread. Their work, often monumental in scale, combines elements of magical realism, humour and distinct technical virtuosity, expressed through various materials and a wide range of stitches. The central themes of their work are family, identity and love. In their textile portraits, they often depict themselves and their three dachshunds, reinterpreting the traditional family portrait and enriching it with their own life story. Their works are both autobiographical and universal, opening discussions about contemporary forms of family, gender roles, and the position of the LGBTQ+ community in art and society. They frequently include community participation in their projects. Among the most notable is the Celebrating Diversity project, presented in 2019 at the Museum of Latin American Art (MOLAA) in Los Angeles, where more than 3,000 participants contributed embroidery for a 36.5-metre rainbow flag, which

the artists used to lead the Long Beach Pride Parade in 2022. They undertake similar projects in collaboration with galleries, museums and cultural institutions worldwide, allowing their work to transcend the gallery setting and establish itself as a space for dialogue, community and celebration of diversity. Their exhibitions and residencies range from San Diego (Lux Institute, 2020) and Bourges, France (Transpalette, 2022) to Chile (Genio Doméstico, 2019), where they also carried out the collaborative action Bordatón and donated a work in honour of the Violeta Parra Museum. In addition to textile installations, they curate projects such as the virtual exhibition CUIR (2021), which brought together twenty queer artists from across the Americas. Chichio & Giannone demonstrate through their work that embroidery is a contemporary visual language that enables the exploration of identity, preservation of memory and building of community. Their work combines traditional techniques with current social issues, creating a space where textiles become a means of artistic expression, political reflection and inclusion [5, 6, 8].

2.1.4 Textile cartographies – global network of textile narrative and participatory art

Textile Cartographies is an international movement that began in 2022 as a participatory action research project using textile art as a means of storytelling. The project is coordinated by the APECV research group – Research Group on Arts, Community and Education (GriArCE). The network currently brings together 35 groups from 22 countries, involving universities, schools, art collectives and various associations. Each group has one or more coordinators who develop actions and projects with participants. These initiatives respond to current global challenges such as the environment, climate justice, social justice and sustainability, exploring visual discourses through art and contemporary textile technologies. By April 2025, Textile Cartographies involved approximately 6,000 participants in activities organised by local groups in museums, schools, universities, cultural

institutions, and social-health and non-profit organisations. The network thus represents an example of good practice, where textiles become a tool for reflection, collaboration and social dialogue at a global level [9].

2.1.5 Centre for heritage, arts and textile (CHAT) – textile heritage and digital art

CHAT is a textile heritage museum in Hong Kong, located in the renovated former Nan Fung Textiles cotton factory in Tsuen Wan. Since the opening in March 2019, it has organised exhibitions, workshops and community programmes to preserve both tangible and intangible textile heritage, and to encourage new ideas and dialogue between heritage, art and design. The centre's identity is inspired by the basic structure of fabric (warp and weft), symbolising its mission to connect diverse voices, disciplines and practices. CHAT presents itself as a space for new beginnings, where contemporary interpretations of textiles are shaped by the intertwining of art, design and heritage. The museum not only tells the story of the industrial past, but also challenges conventional notions of textile art and encourages diverse and experimental practices. In addition to its exhibition and educational activities, CHAT awards research fellowships intended for international researchers, archivists, writers and postgraduate students engaged in the history of the textile industry in Hong Kong and beyond. CHAT hence represents a museum of textile culture and a laboratory for the future, which, through innovative approaches, creates a space for artistic research, community exchange and the ongoing valorisation of textile heritage [10, 11].

2.1.6 Yarn bombing Los Angeles – urban textile intervention

Yarn Bombing Los Angeles (YBLA) is an art collective that has worked at the intersection of textile art, street art and urban interventions since 2010. The group, which developed from participatory yarn bombing projects in Los Angeles, operates from the 18th Street Arts Center in Santa Monica. Their work

includes public installations, performances and workshops that expand the concept of public art and blur the boundaries between craft, contemporary art and street culture. The collective's largest project was CAFAM Granny Squared (2013), in which over 500 participants from around the world covered the facade of the Craft and Folk Art Museum with hand-crocheted squares. After dismantling, the contributions were repurposed as blankets in collaboration with women's centres in Los Angeles. The collective's participatory approaches foster community, collaboration and public dialogue, while also establishing textiles as a medium for contemporary art in public space [12].

2.1.7 Bauhaus heritage of weaving

The textile knowledge of the past was skilfully utilised and revived by participants at the Weimar Bauhaus School. Embroideries and knitwear were produced based on in-depth studies of composition, colour relationships and form, which were initially developed on paper or canvas. The materials reveal that these designs were first created using classical techniques, e.g. drawing or painting with watercolours, dry coloured pencils and similar media. Textiles were made using geometric shapes, with rectangles complemented by rhombuses, triangles and circles. The complexity of the compositions and the expanded colour palette were developed experimentally by Gunta Stölzl. She brought an artistic dimension to the textile tradition, resulting in innovative textiles and contemporary tapestries, while also pursuing experimental designs in woven elements in her works [7].

2.2 Balkan motifs and colours

A *čilim* (Engl. kilim) is a woven carpet in which the same motif appears on both sides, allowing it to be used as a "positive" on either side. The Persian term for carpets woven in this manner is *palas* [13]. All carpets are characterised by duality, reflected in both the technique and execution of the motif, as well as in the symbolism of the depicted motifs. In the latter, totemic tribal motifs are linked with religious

symbols. The symbolism of the motif is further enhanced by the colour palette.

The motifs of the Balkan kilim are rich in symbolic meanings that originate from different historical periods, often dating back to the Neolithic. These symbols are multifaceted; they express fertility, protection, cosmic order, and the happiness and prosperity of the community [14–16]. The elements that appear in the graphic templates include the triangle and star motifs, as well as other abstract motifs.

The triangle motif (Figure 1 and Figure 2) appears either individually, representing an amulet, talisman or charm, or in a series, forming ornaments called teeth, flowing water, cloud bands or a snake. The triangle in a kilim carries several meanings; it symbolises water as the source of life, opens the "gate of heaven", protects the sacred space and is also a symbol of fertility. Its origin dates back to prehistoric times and the Neolithic. Compositions with triangles on Bosnian kilims, called *dulumaš*, *kriškaš*, *sofraš* or *makazé*, represent the expansion of the universe, the infinity of space and a symbol of fertility [14–18].



Figure 1: Triangular motif appears on various carpet parts; adapted from Amna Design [15]

The star motif (Figure 2) is one of the most frequently used elements, appearing in various forms

such as a simple star, a stepped wheel or the so-called “love border”, which combines a star and a “small wheel”. The symbol represents happiness, prosperity, fertility, divine light and universal cosmic order. Its tradition dates back to the Neolithic period [14–18].



Figure 2: Triangular motif and star motif appear in various combinations with additional decorative elements; adapted from Amna Design [15]

These motifs are typical of Bosnian carpets and are often passed down from generation to generation as part of family heritage. The Balkan mythology presents various stories and protagonists that shaped the beliefs of our ancestors. The visualisation of folk art plays a key role in preserving and raising awareness of the culture and history of the nation, while also strengthening awareness of the diversity of our society. In the Balkans, and more widely across Europe, the most characteristic colours of individual cultural traditions are black, white and red. Symbolically, black represented the Earth or Mother Earth, and thus fertility and stability. Red was associated with life energy and blood, and also symbolised strength, continuation of the lineage and struggle. In traditional understanding, white represented eternity and spirit, sky and purity [18, 19].

These colours already played an important role in the Cucuteni-Trypillian civilisation from about eight thousand years ago, which is together with the Vinča culture formed in the Balkans considered one of the earliest foundations of the European cultural development. The civilisation was geographically located in what is now Romania and Ukraine [19].

Such colour symbolism is also reflected in the material cultural heritage of the Balkans, as the combination of red, black and white dominates embroidery, Easter eggs and numerous other objects created within the folk and artistic traditions of the region.

3 Experimental

3.1 From illustration to grid

In 2024, Nejla Kadirić created a series of 22 visual images or illustrative interpretations, drawing on Balkan folklore heritage as a starting point and inspiration for further research into visual design [14, 18]. Her illustrations were later developed and transformed into abstract patterns, based on the visual elements of traditional rugs and their characteristic ornamental motifs.

During the visual design process, we explored the world of rituals, dance and ethnographic traditions of the Balkans, conceptually linking them to folk beliefs, stories and narrative traditions of the past, which significantly contributed to the substantive and visual context of the research. We developed patterns with students at both material and symbolic levels. We first created the illustrations on paper (Figure 3) and then transferred them to digital form using Adobe Illustrator and Affinity Designer.

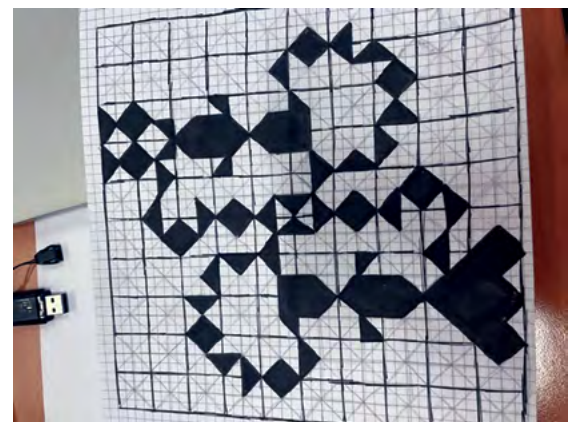


Figure 3: Sketch of illustration composed of triangles; created by Sara Selšek

Teja Medvešček then imported the selected works into Adobe Illustrator, where we used the Create Object Mosaic function to convert the bit-map images into a grid of square vector fields. We tested grids of 30×30 , 40×40 and 50×50 fields, and found that the 40×40 grid was the most suitable for our project.

The next step was colour processing. When converting images into a grid, individual fields are automatically coloured according to the average colour of the pixels they comprise, resulting in each square being a slightly different shade. To unify the appearance while preserving the original design, we assigned one of three colours to all fields, using only those already present in the original motifs. We used the Magic Wand tool to assist with this, selecting fields with similar shades by adjusting the tolerance and then assigning them the appropriate colour. We had a certain amount of freedom in this process, as we needed to balance recreating the motif as authentically as possible by using a limited range of colours.

When designing the nets, we did not aim for strict symmetry, but instead maintained slight

irregularities that contribute to authenticity and visual interest. A similar principle can be found in some traditional weaving techniques (e.g. Persian carpets), where craftsmen often intentionally incorporate minor imperfections as an expression of handcraftedness.

Figure 4 shows a digital illustration created using the Zaljubljena card template, in which Kadirić depicted Pižoj and Penda. The abstracted figure is surrounded by a field of flowers, signalling the arrival of spring [14]. Sara Selšek constructed the motif from triangles and depicted a loop, symbolising their connection and commitment. We aimed to make the result visually engaging from every angle. In most cases, we encounter a central composition, with complex patterns radiating from the centre of the rectangle. Circular designs complement compositions where we experiment with vertical mappings or mirrored representations of the motif. The further we moved from the basic building blocks, the more open the patterns became to interpretation. In these abstract works, we achieved perfect modules, which could be combined into more complex visual narratives through repetition.

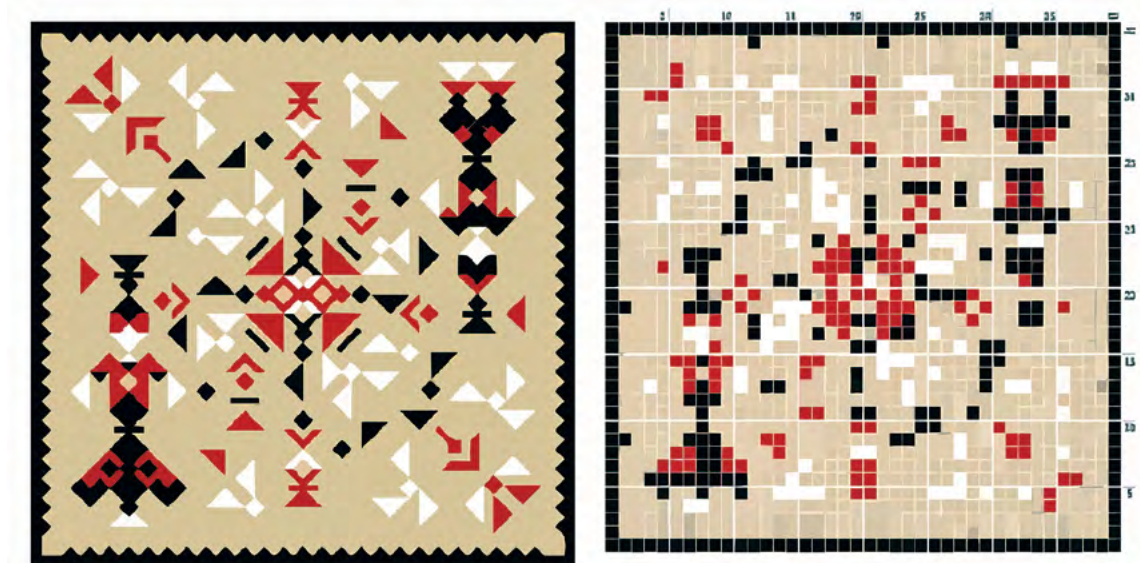


Figure 4: Illustration and construction grid based on card Zaljubljena

The basis of the pattern lies in its potential for repetition and placement. By rotating and mirroring, we can create more complex and interesting patterns, which removes the repetitive monotony from its artistic form [20].

The illustration was interpreted in a completely abstract artistic manner by Marika Gönc (Figure 5). The graphic design is entitled *Wabi-Sabi*, named after the ancient Japanese philosophy, which in contrast to Western aesthetic ideals emphasises the acceptance

of imperfection and transience. The deconstruction of perfection is evident in the work through the connection of individual lines with larger surfaces and the deliberate asymmetry of the composition, where the left and right sides are not identical, much like the human body is not entirely symmetrical. The author aimed to highlight the beauty of seeking inner truth and accepting imperfection as an aesthetic value. The central motif of the design is a star with additional decorative elements.

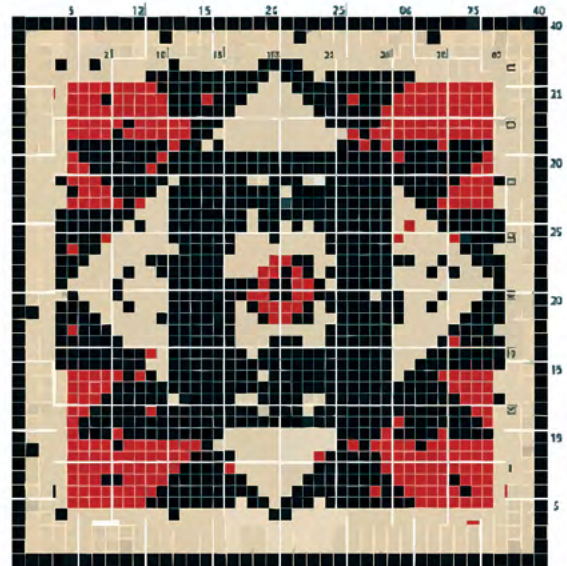


Figure 5: Illustration and construction grid based on Hermit card

3.2 Embroidery made by project members *Razkrite roke*

Handmade textile techniques, e.g. embroidery, have historically represented an important part of everyday life and have served as carriers of cultural heritage. Embroidery involves manually decorating basic fabrics with thread. Cotton, linen or hemp canvas can be embroidered, as well as artificial materials. With a needle and embroidery thread, it is also possible to embroider other fabrics, felt, leather or artificial materials that allow perforation. As a status symbol, embroidery was once reserved for the nobility and bourgeoisie; however, it remains prominent in liturgical clothing, with embroidery workshops established in monasteries. It is a time-consuming

process that is in modern times increasingly replaced by machines. In the past, Bled was home to a world-class embroidery factory; Bled Embroidery supplied many households in Slovenia.

In Slovenia, two embroidery techniques are distinguished. The first is embroidery using a drawn template, where the embroiderer draws a pattern on the base and repeats the motif with thread. The second is embroidery using counted threads; in this case, the well-known cross-stitch is used, where the motif is embroidered on a sparsely woven surface and resembles the so-called Pixel Art [21, 22].

Although often replaced by machine processes today, hand embroidery remains an expression of creativity, patience and a personal connection to

textile materials. The purpose of our project was to highlight the importance of these skills as part of a movable cultural heritage that is gradually disappearing, and to expand the range of products created by the project members Razkrite roke, i.e. women of different generations, mostly retired, who engage in

these activities in their leisure time, with modern interpretations. The construction grid enabled us to prepare and adapt the art templates for embroidery (Figure 6). The embroideries were created on a jute base, as the structure of this natural material made it easier to count and embroider the pattern (Figure 7).



Figure 6: Preparing for embroidery using construction grid and starting work

Jute is an affordable plant fibre used in interior design, primarily for coarse fabrics, carpets, bedspreads and underlays. Due to its high tensile

strength, it withstands mechanical stress well; however, it is less elastic and sensitive to moisture and light, which can affect its durability [23].



Figure 7: Final product of embroidery made by project members Razkrite roke

The embroidery material was a blend of acrylic and wool fibres in four colours, i.e. black, red, white and beige. This followed the tradition of artistic

carpet knotting. The fabric was then sewn onto the completed embroidery and the filling was added (Figure 8).



Figure 8: Decorative pillows featuring illustrations by Sara Selšek (left) and Marika Gönc (right)

Wool and wool-like fibres are softer, warmer and more elastic than jute, making them suitable for upholstery fabrics and decorative textiles. In addition to natural wool, synthetic fibres (e.g. acrylic) that imitate wool are also widely used in interiors, as they offer good colour fastness, easy maintenance and a more affordable price. Decorative pillows made of wool and wool-like fibres are valued for their comfort, warmth and aesthetic appeal. Wool provides a pleasant touch and natural breathability, while synthetic fibres allow for greater shape retention and lower costs. Jute is less commonly used for pillows; nevertheless, it can be combined with other fibres to create a rustic look or serve as a filling material. Modern trends in interior design focus on combining various natural and synthetic fibres to achieve a balance between durability, aesthetics and functionality [23, 24]

3.3 Urban seating objects

We printed the illustrations using the inkjet printing technique on tarpaulin material. We selected 2 cm thick foam as the filler for urban seat cushions. The foam added volume and thus functionality to the two-dimensional graphic prints on the tarpaulin.

The artificial polymer enabled machine sewing and the material's compactness made it suitable for outdoor use. There was no data loss during the printing, as the templates retained their appearance and the selected colours remained unchanged (Figure 9).



Figure 9: Close-up of urban lounge chair featuring illustration by Zale Škodnik

4 Results and discussion

With each public presentation, we were able to examine the creative work in new contexts. The relationship in the gallery space was completely different from that in the public space. The works displayed outdoors were smaller and formed a complementary relationship with the greenery, providing contrast and clear exposure.

The project was first publicly presented in March at the Gornjesavski Museum in Jesenice. The exhibition, entitled *Intertwined from All Winds*, included graphic designs, interpretations of artistic proposals and embroideries by the project members *Razkrite roke* (Figure 10) [25].



Figure 10: Presentation of final products by students from Faculty of Natural Sciences and Engineering and project members *Razkrite roke*, 2025

The composition at the Air BIEN 2025 exhibition (Figure 11) created a dialogue among all the graphic interpretations and variations produced by the authors from different local backgrounds, each contributing their own authorial statement to the whole. Although industrially printed, the graphic designs incorporate the traditional characteristics of kilims. The carpet in the air, once beaten to remove dust, became a performative object in the exhibition project, allowing individuals to find a comfortable seat in the urban space [26, 27].

Patterns accompany us in a wide range of life circumstances and appear to us in various forms. The project results featured square carpets, exhibited as kilims during the research process, with key elements forming newly composed dynamic patterns. In these, a centre is established in the artistic square for all patterns, with rotation around it. The artistic proposals, in dialogue with digital illustrations by Nejla Kadirić, together formed a complete whole, bringing together different starting points and



Figure 11: Project in public space on opening day of BIEN 2025 in Jesenice

formal considerations regarding the patterns and heritage of Balkan weaving, interweaving and textile ornamentation.

As part of the biennial events, we organised a travelling exhibition on a train, where graphic interpretations journeyed from Jesenice to Nova Gorica (Figure 12). Through the project, we drew attention to seats and especially standing areas, offering passengers the opportunity to sit in a different “format”.



Figure 12: Project presentation on Slovenian Railways train, 2025

Graphic designs in dialogue with embroidery offer an opportunity to build a relationship between the traditional and the contemporary through an exhibition project. At the same time, they demonstrate that a textile creation provides a means to express and transcend social boundaries, contributes to a sense of belonging and enables the preservation of

cultural tradition. We believe that the use of symbols and illustrations in such creative projects fosters dialogue and inclusion among different communities. We also invited project members Razkrite roke from Jesenice to participate in this community. Together, we translated our graphic patterns back into embroidery, thus reconnecting with the tradition of kilims. The graphic patterns we created in the course Visual Analysis of Graphic Products 2 (University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles, Graphic Arts and Design) entered a new space through the work of project members Razkrite roke, both in terms of materiality and communication. We forged a special bond between generations and cultures, which is now sustained in the dialogue between the digital print and the textile product.

The winds of our region have enabled the exchange of different cultures, peoples and nations over the centuries, leaving the area marked by rich patterns, forms and content that we still encounter today in modern celebrations. This cultural interweaving (Figure 13) has shaped us into a nation that is recognisable, especially in the southern and eastern parts of Slovenia, by the characteristic embroidered patterns once present on traditional clothing, some of which are now preserved in modern embroidery and designed textiles.



Figure 13: Placement of urban seating in public space of renovated railway station in Nova Gorica, 2025

After the World War II, with economic development, the Slavic tradition was enriched by the influences of other Balkan nations, who introduced new elements of their customs and traditions into our region. Much of this cultural wealth was preserved in private spaces, and in some cases, it also became part of social organisations, where it was incorporated into cultural programmes and supplemented the Slovenian ethnological tradition. New industrial centres such as Velenje, Jesenice and Zasavje became the meeting points for these influences.

The urban benches, presented at three exhibition events, will be used in advance by the curators and educators at the Gornjesavski Museum in Jesenice. In this way, we included another age group in the project who will be able to engage with and use our intergenerational and multimedia project. Through the project, we introduced young people to an activity registered in the Register of Intangible Cultural Heritage, using both techniques, namely embroidery by drawing and embroidery by counted threads.

5 Conclusion

The research and artistic project was designed with clearly defined goals that guided the entire process from conception to implementation and public presentation. Below, we examine the extent to which these goals were achieved and how they are reflected in the creative, technical and social outcomes of the project.

The first goal, the creation of artistic interpretations in the form of an abstract pattern, was achieved. We converted vector drawings into digital grids (40 × 40), which subsequently developed into abstract patterns that took their final form during embroidery. The patterns draw on the cultural heritage of kilims, while simultaneously translating it into a modern visual language. The limited colour palette (red, black, white and light ochre) contributed to the coherence and integrity of the design.

The second goal, the destruction of stereotypes and raising awareness of identities, was only par-

tially achieved. The project, through its updated presentation of Balkan folklore symbolism, stimulated reflection on identity and cultural diversity. However, direct measurable effects on the destruction of stereotypes could not be identified, as this is primarily a long-term process of social reception.

The third goal, intercultural and intergenerational networking, was achieved. The collaboration with the project members Razkrite roke, women of different generations (mostly retired), and students of the Faculty of Natural Sciences and Engineering enabled the exchange of experiences, skills and stories. The project established a bridge between the academic environment, local communities and different generations, thus strengthening the connecting role of creation.

The fourth goal, the physical implementation and transfer of the artistic template from the digital space to a real object, was achieved. Digital graphic templates were transferred to physical objects, i.e. urban seating elements and three-dimensional textile embroidery. This established a clear connection between the graphic design, artistic expression and a functional object.

The fifth and final goal, public presentation and implementation of the objects in public space, was achieved as well. The project was presented at several locations, i.e. Gornjesavski Museum in Jesenice (Intertwined from All Winds), BIEN 2025 (performative object "Carpet in the Air"), a traveling exhibition on a Slovenian Railways train and an intervention in Nova Gorica. The urban benches will remain in permanent use in the museum, further confirming their implementation in public space.

References

1. Ivančič, L. (n.d.). *Ozone is healing – and so can we. Curatorial text. BIEN 2025*. Retrieved October 1, 2025, from <https://layer.si/bien/en/krcuratorial-text/>
2. GO! 2025. (n.d.). *BIEN Textile Art Biennial 2025*. Retrieved October 1, 2025, from <https://www.go2025.eu/en/projects/bien-textile-art-biennial-2025>
3. Visit Ljubljana. Oloop. (n.d.). *Art, stories and connections*. Retrieved September 13, 2025, from <https://www.visitljubljana.com/en/poi/olooop/>
4. Center Rog. (n.d.). *Oloop – well-being: textile communities as spaces of power*. Retrieved September 13, 2025, from <https://www.center-rog.si/en/programme/olooop-well-being-textile-communities-as-spaces-of-power/>
5. Textile Curator. (n.d.). *Interview with Chiachio & Giannone*. Retrieved September 13, 2025, from <https://textilecurator.com/artist/chiachio-giannone/>
6. Isabel Croxatto Galería. (n.d.). *Chiachio & Giannone*. Retrieved September 13, 2025, from <https://isabelcroxattogaleria.com/artists/28-chiachio-giannone/overview/>
7. Wortmann Weltge, Sigrid. (1993). *Bauhaus textiles: women artists and the weaving workshop* (pp. 11–55). Thames & Hudson.
8. Museum of Latin American Art (MOLAA). (n.d.). *Exhibition Chiachio & Giannone: Celebrating diversity: March 17, 2019 – Aug. 4, 2019*. Retrieved September 13, 2025, from <https://molaa.org/chiachiogiannone>
9. Textile cartographies. (n.d.). *Textile Cartographies: A participatory arts, craft and design network*. Retrieved September 13, 2025, from <https://textilecartographies.weebly.com/textile-cartographiesproject.html>
10. Centre for Heritage, Arts & Textile (CHAT). (n.d.). *CHAT – Beyond the Museum*. Retrieved September 13, 2025, from <https://www.mill-6chat.org/about/chat/>
11. Ocula. (n.d.). *CHAT - Centre for Heritage, Arts & Textile*. Retrieved September 13, 2025, from <https://www.ocula.com/institutions/chat-centre-for-heritage-arts-and-textile/exhibitions/interactive-experience-illumina-loom/>

12. Yarnbombing Los Angeles. (2025, August 29). In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Yarnbombing_Los_Angeles&oldid=1308419910
13. Loos, A. A. (1995). *Čarobni svet orientalskih preprog*. P. Amalietti.
14. Kadirić, Nejla. (2023). *Ilustracija balkanske folklorne: magistrsko delo*. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta.
15. Bin Misra, A. (n.d.). *Morića Han*. Retrieved October 20, 2025, from <https://www.amnabm.com/portfolio/morica-han/>
16. Fena. (2018, August 4). *Kakve tajne skriva tradicionalni bosanski ćilim*. Radio Sarajevo. [https://radiosarajevo.ba/metromahala/teme/kakve-tajne-skriva-tradicionalni-bosanski-cilim/308579](https://radiosarajevo.ba/metromahala teme/kakve-tajne-skriva-tradicionalni-bosanski-cilim/308579)
17. Tučić, R. (2024, May 22). *Svaki bosanski ćilim je dio bh. identiteta i posebna priča*. Balkan Diskurs. <https://balkandiskurs.com/2024/05/22/svaki-bosanski-cilim-je-bh-identitet-i-posebna-prica/>
18. Kadirić, N., & Beja, B. (2025). Digital illustration based on the cultural heritage from the Balkans. In K. Pap (Ed.), *28th International Conference on Printing, Design and Graphic Communication Blaž Baromić 2025: Zbornik prispevkov* (pp. 108–123). Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb.
19. Petrič, I. (2022). *Zvezda, ki vodi v večnost*. Klub Veles, center vseživljenjskega učenja in povezovanja s predniki.
20. Muhovič, J. (2015). *Leksikon likovne teorije*. Celjska Mohorjeva družba.
21. Beja, B. (2025). Tekstil kot gradnik umetniške izjave. In *Degradirana okolja in umetnost: Degradirana okolja, tekstil in 3D tisk v umetnosti in izobraževanju: Učbenik* (pp. 47–60). Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani.
22. Jakšić, D. (2007). *Projektiranje in konstrukcija tekstilij in oblačil* (pp. 246–248). Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, Univerza v Ljubljani.
23. Guo, Y., Tataranni, P., & Sangiorgi, C. (2023). The use of fibres in asphalt mixtures: A state of the art review. *Construction and Building Materials*, 390, 131754. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131754>
24. Ammayappan, L. (2022). Physical and chemical properties of wool fibers. In *Wool fiber reinforced polymer composites* (pp. 49–71). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824056-4.00011-X>
25. Peternel, Urška (2025, April 9). *Prepleteni iz vseh vetrov*. Gorenjski glas. <https://www.gorenjskiglas.si/lokalno/prepleteni-iz-vseh-vetrov-260836/>
26. Univerza v Ljubljani. (2025, April). *Kulturnica, april 2025*. <https://www.uni-lj.si/univerza/umetnost/kulturnica/april-2025>
27. Balkanska folklor. (n.d.). *Na prepihu balkanske folklorne*. Retrieved September 13, 2025, from <https://balkanskafolklor.com>

Nove predavalnice, laboratoriji in učilnice

V Ljubljani je v gradnji pet univerzitetnih stavb
— Tekstilni oddelek bo dobil svojo stavbo

Vsako leto večje število tistih, ki se vpisujejo na univerzo, nov študijski načrt, ki zahteva bolj intenziven in poglobljen študij — vse to zahteva vsako jesen nove prostore. Zato univerza v Ljubljani gradi objekt za tekstilni odsek, objekt za jaki tok elektro-tehniške fakultete, stavbo za predklinični del veterinarskega oddelka, stavbo za gozdarski oddelek, filozofsko-naravoslovno fakulteto, obnovili pa so tudi »Graben«, kjer imajo prostore študentje arhitekture. Za obdobje 1961–1965 je v načrtu gradnja novih prostorov za medicinsko fakulteto in vrste stavb za gospodarske fakultete, pri gradnji katerih poravnava zveza polovico stroškov.

Ob Snežniški ulici so začeli lani graditi stavbo tekstilnega oddelka, v kateri bo prostora za 325 študentov in znašajo stroški gradnje in opreme na enega študenta 950.000 din. Načrte je izdelal »Slovenija projekt«, dela pa izvaja »Tehnika«. Stavba bo petnadstropna in ne bo podkletena. Fасаda bo zaštrta proti soncu z betonskimi lamelami (brise-soleil). V prvem in drugem nadstropju bo velika amfiteaterska predavalnica z 90 sedeži. V pritličju bodo šolska delavnica (280 kv. m) s tekstilnimi stroji, poizkusna oplemenjevalnica, predilnica, tkalnica in pletilnica. V nadstropjih bo vrsta laboratorijev, predavalnic, risalnic, prostorov za zbirke, knjižnica in čitalnica s 75 sedeži. Letos bodo končali zidarska in mizarska dela, popolnoma dokončana pa bo prihodnje leto.

Lani avgusta so ob Tržaški cesti začeli delavej SGP »Tehnika« graditi po načrtih »Slovenija projekta« stavbo fakultete za elektrotehniko in strojništvo za odsek za jaki tok in splošno elektrotehniko. V dveh

traktih, ki bosta zvezana s sedanjo veliko predavalnico elektro fakultete, bo prostora za 800 študentov in znašajo stroški na enega študenta 1.600.000 din. Osrednji trakt bo imel tri nadstropja; v stranskem, kjer bo obratni del, pa bodo delavnice in razni težji preizkuševalni stroji. V pritličju osrednjega trakta bodo delavnice, knjižnica (96 kv. m), čitalnica revij in čitalnica knjig (82 kv. m). V prvem nadstropju bodo predavalnice in trije seminarski prostori za prvi letnik (skupno 222 sedežev), v drugem bodo predavalnice in dva seminarska

ogrodje in nosilne zidove, dokončana pa bo stavba prihodnje leto.

Tretji objekt, ki ga gradi univerza, je predklinični del veterinarskega oddelka v Gerbičevi ulici, v katerem bo, ko bo prihodnje leto dokončan, prostora za 200 študentov. Načrte za dvonadstropno stavbo je izdelal »Splošni projektivni atelje« Ljubljana, graditi pa jo je pričel SGP »Tehnograd« lani. V pritličju bodo secirnica, učilnice in laboratoriji, v prvem in drugem nadstropju pa bodo razvrščeni razni laboratoriji, predavalnice, učilnice in knjižnica.

Za stavbo gozdarskega oddelka ob Večni poti je izdelal načrte Atelje za arhitekturo v Ljubljani in bo v njej prostora za 380 študentov. Pričeli so jo graditi lani in bo končana že konec letošnjega leta. V podprtljčju bodo delavnice, arhiv, učilnice in tri predavalnice s skupno 88 sedeži. V pritličju bodo kabineti, 4 laboratoriji in 4 prostori za zbirke. V prvem nadstropju bodo prostori za zbirke in kabineti, na terasi pa bo študentski klub in bife.

Stavba filozofsko-naravoslovne fakultete bo dograjena, kot kaže, konec leta. mik



Si zamišljate, kakšen obraz bi naredil rimski legionar, ki bi se sprehajal danes, namesto pred 2000 leti, po južni strani emonskega zidu? In ne bi bilo pravično, če bi se mu smejali, saj je stavba tekstilnega oddelka ob Snežniški ulici tudi za današnje čase kar precejšnja gradbenostvaritev (Foto: mik)

prostora za drugi letnik (150 sedežev), v tretjem pa bodo predavalnice, laboratoriji in seminarski prostori za četrty letnik z 72 sedeži. V štirih mednadstropjih bodo kabineti, predavalnice in seminarski prostori za tretji letnik z 78 sedeži. Letos bodo dokončali

Začetek gradnje stavbe Oddelka za tekstilstvo na Snežniški 5, Delo, sobota 7. maja 1960.

Vir: dLIB. Dostopno na svetovnem spletu
<https://www.dlib.si/listalnik/URN_NBN_SI_doc-U63EWYDC/6/index.html>.

SHORT INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF SCIENTIFIC ARTICLES

Scientific articles categories:

- **Original scientific article** is the first publication of original research results in such a form that the research can be repeated and conclusions verified. Scientific information must be demonstrated in such a way that the results are obtained with the same accuracy or within the limits of experimental errors as stated by the author, and that the accuracy of analyses the results are based on can be verified. An original scientific article is designed according to the IMRAD scheme (Introduction, Methods, Results and Discussion) for experimental research or in a descriptive way for descriptive scientific fields, where observations are given in a simple chronological order.
- **Review article** presents an overview of most recent works in a specific field with the purpose of summarizing, analysing, evaluating or synthesizing information that has already been published. This type of article brings new syntheses, new ideas and theories, and even new scientific examples. No scheme is prescribed for review article.
- **Short scientific article** is original scientific article where some elements of the IMRAD scheme have been omitted. It is a short report about finished original scientific work or work which is still in progress. Letters to the editor of scientific journals and short scientific notes are included in this category as well.

Language: The manuscript of submitted articles should be written in UK English and it is the authors responsibility to ensure the quality of the language.

Manuscript length: The manuscript should not exceed 30,000 characters without spacing.

Article submission: The texts should be submitted only in their electronic form in the format *.doc (or *.docx) and in the format *.pdf (made in the computer program Adobe Acrobat) to the address: tekstilec@a.ntf.uni-lj.si. The name of the document should contain the date (year-month-day) and the surname of the corresponding author, e.g. 20140125Novak.docx. The articles proposed for a review need to have their figures and tables included

in the text. The article can also be submitted through a cloud-based file transfer service, e.g. "WeTransfer" (www.wetransfer.com).

Publication requirements: All submitted articles are professionally, terminologically and editorially reviewed in accordance with the general professional and journalistic standards of the journal Tekstilec. Articles are reviewed by one or more reviewers and are accepted for publication on the basis of a positive review. If reviewers are not unanimous, the editorial board decides on further proceedings. The authors can propose to the editorial board the names of reviewers, whereas the editorial board then accepts or rejects the proposal. The reviewers' comments are sent to authors for them to complete and correct their manuscripts. The author is held fully responsible for the content of their work. Before the author sends their work for publication, they need to settle the issue on the content publication in line with the rules of the business or institution, respectively, they work at. When submitting the article, the authors have to fill in and sign the Copyright Statement (www.tekstilec.si), and send a copy to the editors by e-mail. They should keep the original for their own personal reference. The author commits themselves in the Copyright Statement that the manuscript they are submitting for publication in Tekstilec was not sent to any other journal for publication. When the work is going to be published depends on whether the manuscript meets the publication requirements and on the time reference the author is going to return the required changes or corrections to the editors.

Copyright corrections: The editors are going to send computer printouts for proofreading and correcting. It is the author's responsibility to proofread the article and send corrections as soon as possible. However, no greater changes or amendments to the text are allowed at this point.

Colour print: Colour print is performed only when this is necessary from the viewpoint of information comprehension, and upon agreement with the author and the editorial board.

More information on: www.tekstilec.si

