



Študentska konferenca
UL NTF

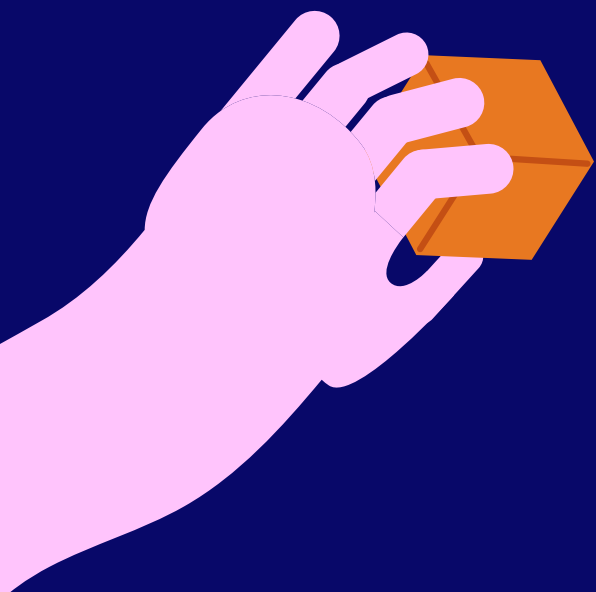


1. študentska konferenca NTF

»Sestavljamo trajnostno prihodnost.«

ZBORNIK

Ljubljana, 24. oktober 2024



NTF

UNIVERZA V LJUBLJANI
Naravoslovnotehniška fakulteta

1. študentska konferenca NTF

»Sestavljamo trajnostno prihodnost.«

ZBORNIK

Ljubljana, 24. oktober 2024

Založba NTF
Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

Avtorji prevzemajo odgovornost za vsebino svojih prispevkov.
Vsi prispevki so recenzirani.

Urednice

Anja Torkar, Lea Lončar, Urška Stanković Elesini

Tehnična urednica

Tanja Medved

Jezikovni pregled

Barbara Luštek

Oblikovanje celostne grafične podobe konference

Živa Juvančič, Delfina Fileva, Jure Jelenc, Tanja Medved

Prelom zbornika

Tadej Hristov

Izdajatelj in založnik

Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

Vrsta izdaje

Elektronska izdaja

Cena

Publikacija je brezplačna

Dostopno na

<https://www.ntf.uni-lj.si/ntf/event/studentskakonferenca/>

Datum izdaje

Januar 2025

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili
v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani.

COBISS.SI-ID 223305219

ISBN 978-961-7189-17-9 (PDF)



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA VISOKO ŠOLSTVO,
ZNANOST IN INOVACIJE



UNIVERZA
V LJUBLJANI



NAČRT ZA
OKREVANJE
IN ODPORNOST



Financira
Evropska unija
NextGenerationEU

Organizator

Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta



Organizacijski odbor

Vodje odbora po področjih

Lea Lončar
Tina Premelč
Anja Torkar
Tanja Medved



Ostali člani

Delfina Fileva
Jure Jelenc
Živa Juvančič
Aljaž Rebol
Barbara Luštek Preskar
Andrej Demšar
Urša Stanković Elesini
Andrej Učakar



Programski odbor (recenzenti)

Anja Torkar, vodja odbora
Matejka Bizjak
Mihael Brenčič
Nuša Klančar
Tanja Nuša Kočevar
Goran Kugler
Urh Toš
Raša Urbas
Željko Vukelić
Pia Wallner



Sponzorji

ATLANTIC DROGA KOLINSKA, Živilska industrija, d. o. o.
Comita d.o.o.
Grafika Gracer d.o.o.
IRGO Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje
Ljubljanske mlekarne d.o.o.
ODEJA d.o.o.
Podzemlje Pece, podjetje za razvoj turistične in Muzejske dejavnosti, d.o.o.
Radenska d.o.o.
Študentski svet NTF
Tekstina d.o.o.





KAZALO

Vpliv strategije termoplastičnega 3D tiskanja na mehansko trdnost dentalne keramike iz cirkonijevega oksida	5
Razvoj trajnostnega postopka sinteze TiO ₂ v prisotnosti naravnega barvila kurkumin za učinkovito fotokatalitsko razgradnjo raztopin barvil	10
Optimizacija zgorevanja v potisni peči s kisikom obogatenim zrakom	14
Funkcionalizacija bombažne tkanine z ekstraktom listov octovca (<i>Rhus Typhina</i>)	17
Modeliranje rekristalizacije z upoštevanjem vpliva precipitacije in upora atomov topljenca na mobilnost velikokotnih mej	21
Zagotavljanje energije za nizkoenergijske hiše	24
Geokemične in mineralne lastnosti tal na območju parka Tivoli	28
Aplikacija SEMAFOR: združenje tradicionalnih učnih metod in sodobne tehnologije za trajnostno komunikacijo	32
Izdelava interaktivnega Tesnièrevega Lingvističnega atlasa za študij dvojine v slovenščini	36
Ozaveščanje publike z oblikovanjem: kaj se dogaja z mojim domom?	41
Vpliv magnetnega staranja na lastnosti neorientirane elektropločevine	46
3D tiskan nakit kot kovinski odtis zgodovine roga	50
Ročno delo v trajnostni kolekciji oblačil ženska kot povod kaosa	53
Kolekcija oblačil z naslovom Gospa Crawford gre na ribolov	56
Izdelava platišč za električni dirkalnik formule student	60
3D tisk dekorativne svetilke	64
Uporaba japonskega dresnika v tkanih tekstilijah	68
Zero waste art	72
ME – YOU – US: 1. in 2. modul	76
Virtualna ženska kolekcija Rayado	81
Tipnost slikarstva	89
Izmenjevalnice oblačil: korak k bolj trajnostni modi	93
Brez odpadka krojene trajnostne poletne obleke	97
Načrtovanje in izdelava trajnostnih sedežnih blazin	102
Kakovost kokonov sviloprejk <i>Bombyx mori</i> L. slovenskih rejcev	105



Znanstveni članek

Vpliv strategije termoplastičnega 3D tiskanja na mehansko trdnost dentalne keramike iz cirkonijevega oksida

Vanja Angjelovikj^{1,2*}, Andraž Kocjan², Tomaž Rodič¹, Milan Vukšič², Aljaž Ivekovič², Tadej Mirt³

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

²Institut Jožef Štefan, Ljubljana, Jamova cesta 39, Ljubljana

³Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Vrazov trg 2, Ljubljana

* Kontaktna oseba: va7044@student.uni-lj.si

Povzetek

V raziskovalni nalogi je bil ocenjen vpliv orientacije tiska na mehanske lastnosti vzorcev 3Y-TZP, izdelanih z metodo FFF (Fused Filament Fabrication). Diski so bili natisnjeni pod kotom 0°, 45° in 90°, pri čemer so bile ocenjene lastnosti, kot so gostota, poroznost, hrapavost površine in upogibna trdnost. Različne strategije zapolnjevanja vplivajo na postavitev filamentov, kar vpliva na dejavnike, kot so gostota, hrapavost površine in obstojnost materiala, ki so ključni za končne mehanske lastnosti. Oblikovanje FFF povzroča napake, predvsem napake med plastmi filamentov in obodnimi linijami, ki zaradi homogenega iztiskanja filamentov tvorijo krožne praznine med filamentov. Orientacija tiskanja in način polnjenja pomembno vplivata na mehanske lastnosti. Vzorci, natisnjeni ravno pod kotom 0°, so pokazali optimalne lastnosti z gladkim združevanjem filamentov, minimalnimi porami in jasnim izvorom loma po dvoosnem testiranju. Boljši adhezijski efekt pri vzorcih, natisnjenih pod kotom 0°, gre pripisati površinskemu hlajenju, saj večje površine omogočajo boljše hlajenje med plastmi. Nasprotno pa so imeli vzorci pri 45° in 90° slabo adhezijo, kar je povzročilo nizko gostoto in precejšnjo poroznost zaradi neustreznega hlajenja med plastmi. Težave so se pokazale pri 45-stopinjskih diskih, ki so zahtevali zapletene podpore, kar je vplivalo na videz in hrapavost površine. Čeprav so 90° vzorci potrebovali manj zapletene podpore, so v primerjavi z 0° vzorci izkazovali manjšo dvoosno trdnost in večjo navidezno poroznost, zaradi česar niso izpolnjevali standarda ISO 13356:2015 za zobne vsadke. Primerjani so bili stisnjeni vzorci, ki so na splošno pokazali višje vrednosti kot natisnjeni, pri čemer so le natisnjeni vzorci pod 0° dosegli visoke vrednosti stisnjenih, kar kaže na možnosti za prihodnjo uporabo.

Ključne besede: dentalna keramika, 3D tiskanje, cirkonij, mehanske lastnosti, orientacija tiskanja.

1 Uvod

Keramika na osnovi cirkonija (ZrO_2) je ključni material v zobozdravstvu, zlasti za izdelavo zobnih protez. Prva generacija te keramike, imenovana 3Y-TZP, je sestavljena iz tetragonalnega cirkonija, dopiranega z 3 mol.% itrija (Y_2O_3). Material je postal pomemben zaradi svoje visoke estetike, kemične inertnosti ter izjemne trdnosti in žilavosti, kar je omogočilo premislek o uporabi tradicionalnih kovinsko-keramičnih protez. Mehanske lastnosti 3Y-TZP so posledica fazne transformacije iz tetra-

gonalne v monoklinsko ($t \rightarrow m$) kristalno simetrijo, kar materialu daje žilavost. Ta transformacija se sproži pod določenimi kritičnimi napetostnimi pogoji. Zaradi teh lastnosti je 3Y-TZP postala dobra alternativa aluminijevemu oksidu in se pogosto uporablja pri izdelavi kron, mostičkov ter opornikov za implantate (Gomes et al., 2024; Kocjan et. al., 2021).

Izdelava zobnih nadomestkov danes temelji na CAD/CAM tehnologiji, ki vključuje virtualno modeliranje in rezkanje. Kljub prednostim pa ta metoda povzroča veliko količino odpadnega materiala, kar

predstavlja ekološke in ekonomske izzive. Zato je 3D-tiskanje, zlasti metoda dodajalne proizvodnje (AM), obetavna tehnika za izdelavo zobnih struktur. Med metodami AM izstopa stereolitografija (SLA) zaradi visoke natančnosti, vendar je dražja. Alternativa je metoda FFF (Fused Filament Fabrication), ki je stroškovno učinkovitejša in (Madfa et al., 2014; Oblak et al., 2013).

To diplomsko delo raziskuje vpliv različnih usmeritev tiskanja FFF na mehanske lastnosti dentalne keramike 3Y-TZP, pri čemer se osredotoča na vpliv polnila na napake materiala, kakovost površine in trdnost vzorcev. Izveden je bil preizkus s filamentom Nanoe Zetamix, pri čemer je bilo izdelanih 30 vzorcev v obliki diska, natisnjenih pod različnimi koti: 0° (vodoravno), 45° (poševno) in 90° (navpično). Mehanske lastnosti vzorcev, kot so natezna trdnost, gostota in mikrostruktura, so bile ocenjene z metodo Ball on Three Balls (B3B) in analizo z elektronskim mikroskopom (SEM). Cilj raziskave je bil raziskati možnosti uporabe FFF za izdelavo zobnih keramičnih protez iz cirkonija.

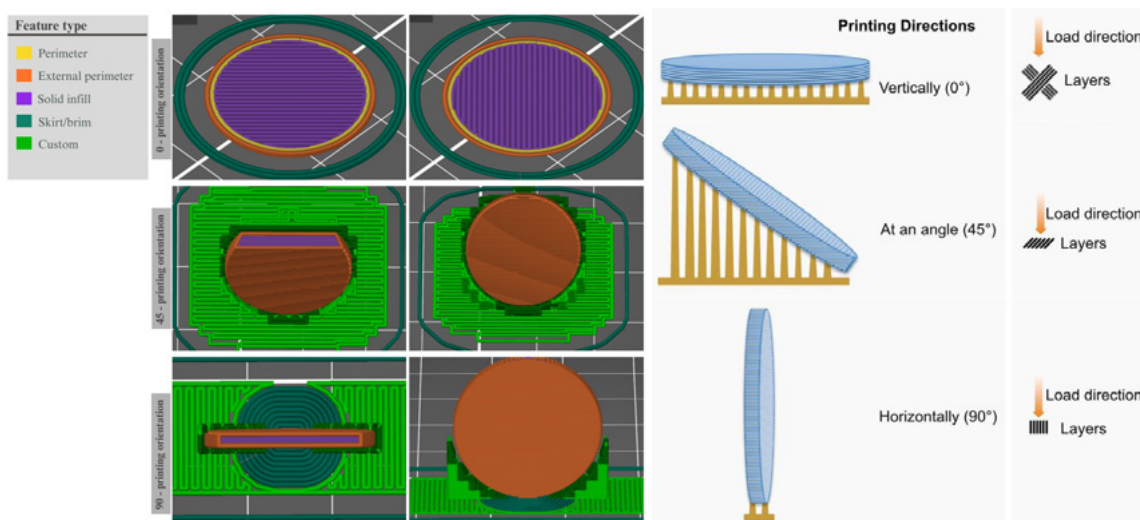
2 Eksperimentalno delo in metodologija

V tej raziskavi je bil uporabljen komercialni filament Zetamix White Zirconia, ki vsebuje cirkonij, stabiliziran s 3 % itrija in 50 % trdne snovi. Po tiskanju so bili vzorci podvrženi postopkom odstranjevanja veziva in sintranja, da bi izboljšali mehanske lastnosti materiala.

Keramični diski so bili izdelani s tehnologijo FFF na tiskalniku Prusa i3 MK3S+, kar je prikazano na Sliki 1. Premer diskov je bil 20 mm, višina pa 2 mm. Vzorci so bili tiskani v treh različnih orientacijah: 0°, 45° in 90°. Za orientaciji 45° in 90° so bile potrebne podporne strukture, medtem ko orientacija 0° ni zahtevala podpore. Po tiskanju je bil izveden postopek kemičnega odstranjevanja veziva s 16-urno potopitvijo v acetonsko kopel, nato pa so bili vzorci termično obdelani v peči pri 510 °C in sintrani pri 1475 °C. Po sintranju so se vzorci skrčili na premer 15,9 mm in debelino 1,74 mm (Zetamix General guidelines White Zirconia; 2023).

Gostota sintranih vzorcev je bila izmerjena po Arhimedovem načelu, pri čemer je bila primerjana masa vzorca v zraku in vodi. Površinska hrapavost je bila ocenjena s konfokalno mikroskopijo, kar je pokazalo razlike v gladkosti površin glede na orientacijo tiskanja. Analiza mikrostrukture je bila izvedena s fraktografijo, kjer so bile preučene napake v materialu.

Dvoosna upogibna trdnost je bila preverjena z metodo Ball on Three Balls (B3B) na univerzalnem preskusnem stroju Instron 8872. Obremenitvena kroglica je delovala na sredino diska, podporne kroglice pa so bile postavljene v tri točke na obodu diska. Napetost pri zlomu je bila izračunana na podlagi obremenitve, potrebne za zlom vzorcev. Za primerjavo so bili izdelani tudi diski s suhim mehanskim

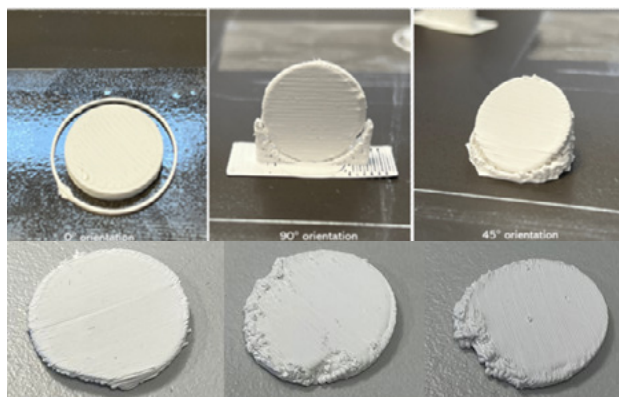


Slika 1: Shema zapolnitve robov (rumena), zunanjih robov (oranžna) in polne zapolnitve (vijolična) enega sloja za vzorce usake od usmeritev tiskanja, od zgoraj navzdol: 0°, 45° in 90° (slika levo). Orientacije vzorcev med postopkom izdelave (tiskanje) (slika desno) (Osman et al., 2017).

stiskanjem cirkonijevega prahu, ki so bili sintrani pri 1450 °C. Tudi ti vzorci so bili preizkušeni na enak način, da bi ocenili razliko v trdnosti med tiskanim in stisnjenim materialom (Osman et al., 2017; Mirt et al., 2022; Börger et al., 2002).

3 Rezultati

Vzorci v obliki diskov s premerom 20 mm in višino 2 mm so bili izdelani z metodo FFF, prikazani na Sliki 2a. Pri vzorcih, natisnjenih pod kotoma 45° in 90°, je bilo polnilo enakomerno porazdeljeno v vseh plasteh, medtem ko so pri vzorcih, natisnjenih pod kotom 0°, poti zapolnitve potekale pravokotno na poti prejšnjega sloja. Med tiskanjem vzorcev pod kotoma 45° in 90° so se pojavile težave, saj so bile potrebne podpore za uspešno tiskanje. Te podpore so dodatno vplivale na videz vzorcev, kar je povzročilo opazne nepravilnosti na spodnji strani, ki je bila pritrjena na podporo. Vzorce, prikazane na Sliki 2b, natisnjene pod kotom 45°, so se po sintranju skrčili navzgor, kar je otežilo nadaljnje testiranje.

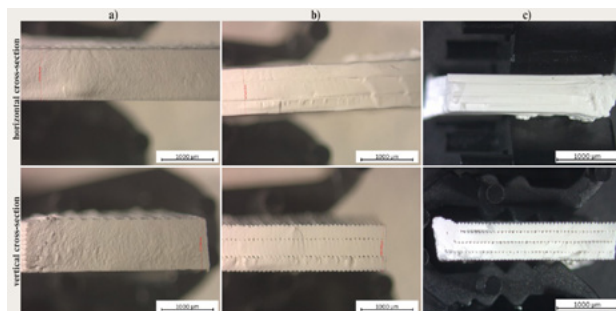


Slika 2: a) Zeleni vzorci v vseh treh orientacijah (0°, 90° in 45°) po tiskanju. b) Videz in težave vzorcev, natisnjenih v 45-stopinjski orientaciji.

Po sintranju so bili vzorci stehtani, da bi določili izgubo mase med odstranjevanjem veziv in sintranjem, predvsem zaradi izhlapevanja polimernih veziv v 3Y-TZP. Največja povprečna izguba mase je bila ugotovljena pri vzorcih, natisnjenih pod kotom 45° (8,76 %), sledijo vzorci pod kotom 0° (6,55 %) in najmanjša pri vzorcih pod kotom 90° (5,88 %). To nakazuje, da tako usmerjenost tiskanja kot uporaba podpore pomembno vplivata na maso vzorca. Vzorci, natisnjeni pod kotom 0°, so imeli največjo gostoto, medtem ko so vzorci pod kotom 45° imeli največjo poroznost. Rezultati potrjujejo, da so imeli vzorci pod kotom 0° najmanjšo poroznost in naj-

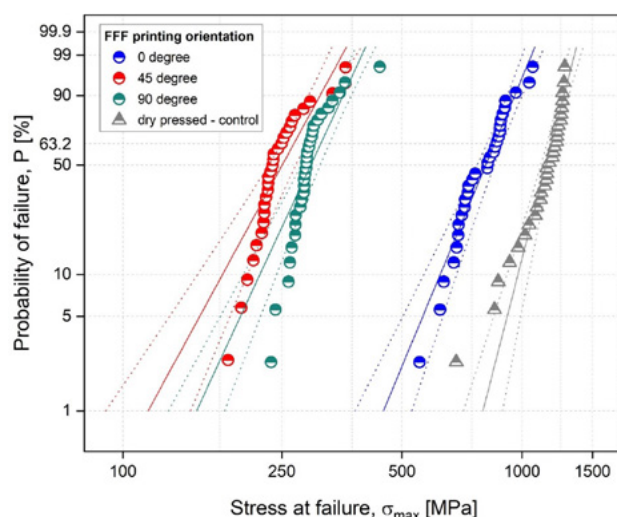
večjo gostoto, vzorci pod kotom 45° pa največjo poroznost in najmanjšo gostoto.

Orientacija tiskanja vpliva tudi na mikrostrukturo vzorcev. Pri vzorcih, natisnjenih pod kotom 0°, ki so prikazani na Sliki 3a, se plasti polnila gladko združijo, kar rezultira v višji kakovosti površine. Vzorci z 90°, prikazani na Sliki 3b, so imeli večje praznine v navpičnih prerezih, medtem ko so vzorci z 45°, prikazani na Sliki 3c, pokazali največje napake med plastmi. Le vzorci z usmerjenostjo tiskanja 0° so dosegli popolnoma združeno strukturo, medtem ko so drugi vzorci kazali poroznost in zmanjšano gostoto.



Slika 3: Mikrostruktura različnih usmeritev tiskanja a) usmeritev tiskanja 0°; b) usmeritev tiskanja 90°; c) usmeritev tiskanja 45°. Prva vrstica prikazuje vodoravni prerez, druga vrstica pa navpični prerez.

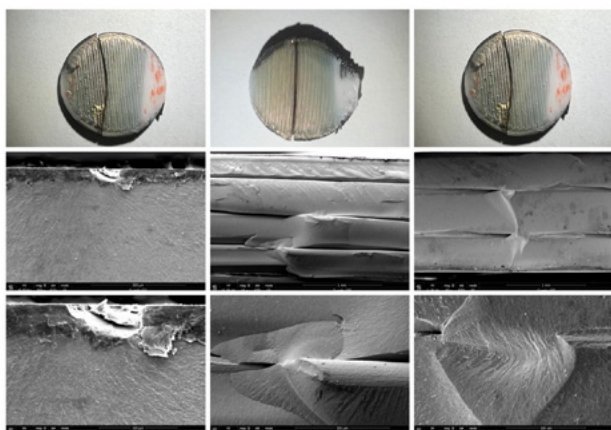
Podatki o napetosti iz dvoosnega upogibnega preksusa B3B so bili analizirani z uporabo Weibullove statistike, ki se osredotoča na značilno trdnost (σ_Θ) in Weibullov modul (m). Weibullov graf, ki prikazuje rezultate, je prikazan na Sliki 4.



Slika 4: Weibullov graf za vzorce, izdelane z različnimi metodami.

Vzorci z usmerjenostjo tiskanja 45° so pokazali opazno nižjo značilno trdnost v primerjavi z vzorci drugih usmeritev, medtem ko so vzorci z 0° dosegli najvišje vrednosti trdnosti, ki so v povprečju znašale 800 MPa. Vzorci pod kotom 0° so imeli najbolj homogeno strukturo, medtem ko so vzorci pod kotom 45° kazali najmanj homogeno strukturo (EN 843-5, 2006; ISO 13356, 2015).

Pregled mikrostrukture sintranih 3D natisnjenih komponent z elektronsko mikroskopijo (SEM) je razkril poroznost, ki predstavlja potencialno nevarnost za mehansko trdnost. V skupini z usmerjenostjo tiskanja 0° so bile plasti lepo združene, medtem ko so v skupinah z 90° in 45° napake nastale predvsem zaradi slabe adhezije med plastmi, kar je prikazano na Sliki 5. To je privedlo do različnih virov lomov, ki so bistveno vplivali na trdnost vzorcev.



Slika 5: SEM slike sintranih 3D tiskanih izdelkov z različnimi povečavami: a) 0° - S19 ($\sigma_{max} = 553.6$ MPa); b) 45° - S20 ($\sigma_{max} = 234.9$ MPa); c) 90° - S11 ($\sigma_{max} = 327.8$ MPa)

Na splošno rezultati kažejo, da mehanske lastnosti stisnjenih vzorcev presegajo lastnosti natisnjenih vzorcev. Ugotovitve poudarjajo, da je pri 3D tiskanih keramičnih vzorcih za doseg optimalnih mehanskih lastnosti potrebna skrbna izbira usmerjenosti tiskanja in upoštevanje možnih napak, ki se lahko pojavijo med procesom tiskanja.

4 Zaključek

V tem diplomskem delu je bil ocenjen vpliv usmerjenosti tiska na mehanske lastnosti vzorcev 3Y-TZP, izdelanih s postopkom FFF. Diski so bili natisnjeni pod usmerjenostjo 0° , 45° in 90° , pri čemer so bili analizirani gostota, poroznost, hrapavost površine in upogibna trdnost. Različne strategije polnjenja vpli-

vajo na položaj filamentov in posledično na mehanske lastnosti vzorca. Ugotovljeno je, da 0-stopinjska usmerjenost tiska omogoča boljšo adhezijo med plastmi in nižje poroznosti, kar vodi do višjih trdnosti (800 MPa). Vzorci pod kotoma 45° in 90° so imeli slabšo adhezijo, kar je rezultiralo v večjih prazninah in nižji gostoti. Ti vzorci niso izpolnjevali minimalnih zahtev glede upogibne trdnosti po standardu ISO 13356:2015, kar jih naredi neprimerne za uporabo kot zobne vsadke. V nasprotju s stisnjenimi vzorci so natisnjeni vzorci dosegli nižje vrednosti, vendar so vzorci z 0° orientacijo pokazali primerljive rezultate (ISO 13356, 2015).

5 Viri

Börger, A., Supancic, P. & Danzer, R. (2002). The ball on three balls test for strength testing of brittle discs: stress distribution in the disc. *Journal of the European Ceramic Society*, 22(9–10), 1425–1436.

EN 843-5 (2006). Advanced technical ceramics – mechanical properties of monolithic ceramics at room temperature, Part 5: Statistical analysis.

Gomes, P.L., Freitas, B.X., Alves, M.F.R.P., Olheiro, S., Santos, K.F., Dávila, J.L., Daguano, J.K.M.B., Santos, C. (2024). Development of zirconia-based ceramics stabilized with different yttria contents shaped by extrusion 3D-printing. *Journal of Materials Research and Technology*, 2909–2923.

ISO 13356 (2015). Implants for surgery – Ceramic materials based on yttria-stabilized tetragonal zirconia (Y-TZP). International Organization for Standardization.

Kocjan, A., Mirt, T., Kohal, R.-J., Shen, Z. & Jevnikar, P. (2021). Zirconia Ceramics: Clinical and Biological Aspects in Dentistry. V M. Pomeroy (ur.), *Encyclopedia of Materials: Technical Ceramics and Glasses* (str. 817–832). Elsevier.

Madfa, A.A., Al-Sanabani, F.A., Al-Qudami, N.H., Al-Sanabani, J.S. & Amran, A.G. (2014). Use of Zirconia in Dentistry: An Overview. *The Open Biomaterials Journal*, 5, 1–9.

Mirt, T., Abram, A., Velde, N., Jerman, I., Bermejo, R., Kocjan, A. & Jevnikar, P. (2022). Effect of Airborne-particle Abrasion of Yttria-containing Zirconia Dental Ceramics on Mechanical Properties Before and After Regeneration Firing. *Journal of the European Ceramic Society*, 42(3), 5035–5044.

Oblak, Č., Jevnikar, P. & Kosmač, T. (2013). Lastnosti in uporaba cirkonijeve oksidne biokeramike v medicini. *Zdrav Vestn*, 82, 825–836.

Osman, R.B., Veen, A. J., Huiberts, D., Wismeijer, D. & Alharbi, N. (2017). 3D-printing zirconia implants; a dream or a reality? An in-vitro study evaluating the dimensional accuracy, surface topography and mechanical properties of printed zirconia implant and discs. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 75, 521–528.

Zetamix General guidelines White Zirconia (2023). (Zetamix). Najdeno 15. marca 2023 na spletnem naslovu: <https://zetamix.fr/wp-content/uploads/2022/10/Guideline-White-Zirconia.pdf>.



Znanstveni članek

Razvoj trajnostnega postopka sinteze TiO_2 v prisotnosti naravnega barvila kurkumin za učinkovito fotokatalitsko razgradnjo raztopin barvil

Maja Blagojevič^{1*}, Nuša Klančar¹, Erik Makoter¹, Klara Močenik¹, Nika Pirš¹, Sebastijan Šmidt¹, Marija Veskova¹, Marija Gorjanc¹, Mateja Kert¹, Brigita Tomšič¹ & Barbara Simončič¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: mb23671@student.uni-lj.si

Povzetek

V raziskavi je predstavljen razvoj novega postopka zelene sinteze nanodelcev (ND) TiO_2 v prisotnosti naravnega barvila kurkumin kot absorberja vidne svetlobe in stabilizatorja ND ter določitev učinkovitosti njihovega fotokatalitskega delovanja na tekstilnih vlaknih pri razbarvanju vodne raztopine barvila in barvila prisotnega v odpadni vodi tekstilne industrije pod vplivom vidne svetlobe. Postopek je vključeval zeleno sintezo ND TiO_2 v prisotnosti kurkumina pri 350 °C ((T+K)350) z uporabo hidrotermalno podprtega postopka sol-gel. Primerjalno so bili ND TiO_2 sintetizirani pri enakih pogojih brez prisotnosti kurkumina ((T)350). Sledil je nanos ND na bombažno (CO) tkanino po impregnirnem postopku. Iz mikroskopskih posnetkov kemijsko funkcionaliziranih vzorcev je bilo razvidno, da je nanos ND TiO_2 povzročil povečanje hrapavosti površine CO vlaken, kjer so bili opazni aglomerati ND različnih velikosti. Prisotnost obeh vzorcev fotokatalitsko aktivne CO tkanine CO(T+K)350 in CO(T)350 je povzročila več kot 98 % razbarvanje vodne raztopine barvila Rhodamin B (RhB) že po treh urah osvetljevanja. Delovanje kurkumina kot absorberja vidne svetlobe za aktivacijo ND TiO_2 v vzorcu CO(T+K)350 je v začetnih časih razbarvanja nekoliko pohitrilo fotorazgradnjo barvila RhB v primerjavi z vzorcem CO(T)350. Fotokatalitsko aktivna vzorca CO tkanine sta bila manj učinkovita pri razbarvanju kislega modrega barvila Bemacid Blue CA-GW (BB), raztopljenega v realni tekstilni odpadni vodi, kar dokazuje, da so različne odpadne snovi, ki so bile poleg barvila prisotne v vodi, bistveno zmanjšale fotokatalitsko aktivnost ND TiO_2 .

Ključne besede: nanodelci TiO_2 , barvilo kurkumin, zelena sinteza, fotokatalitska aktivnost, razbarvanje, tekstilna odpadna voda

1 Uvod

Kemijska funkcionalizacija tekstilij z nanodelci (ND) različnih struktur je omogočila pripravo tekstilnih materialov z edinstvenimi in specialnimi lastnostmi. Med ND se je uveljavil polprevodnik TiO_2 , za katerega je značilna fotokatalitska aktivnost pri osvetljevanju z ultravijolično (UV) svetlobo. Fotokatalitska aktivnost je neposredno povezana z ustvarjanjem reaktivnih kisikovih zvrsti na površini TiO_2 , ki lahko zaradi svoje velike reaktivnosti v nadaljnjih reakcijah

razgradijo različne organske molekule (Rashid et al., 2021). Za povečanje fotokatalitske učinkovitosti TiO_2 pri vidni svetlobi se uporabljajo različni postopki njegove površinske modifikacije, med njimi tudi oplaščenje z barvili. Mehanizem fotokatalitske aktivnosti TiO_2 , oplaščenega z barvilom, temelji na vzbujanju barvila z vidno svetlobo, kar ima za posledico vzbuditev elektronov v molekuli barvila ter njihov prehod iz barvila v prevodni pas TiO_2 . Ta prehod je ključen za povečanje učinkovitosti TiO_2 , saj lahko

fotokatalitske reakcije na njegovi površini potekajo tudi pri vidni svetlobi (Gonuguntla et al. 2013).

Zaradi vse večje okoljske ozaveščenosti potekajo sintezni postopki, kot tudi postopki površinske modifikacije ND TiO_2 v skladu z načeli zelene kemije, kjer strupene stabilizatorje in sintetična barvila kot absorberje vidne svetlobe že uspešno nadomeščajo naravni ekstrakti rastlin. Med njimi je tudi ekstrakt kurkume, ki ima zaradi prisotnosti oranžno obarvane aktivne komponente kurkumina široko uporabo kot naravno barvilo (Toprak-Cavdur et al., 2022).

Glavni namen raziskave je bil razviti nov postopek zelene sinteze ND TiO_2 v prisotnosti naravnega barvila kurkumin kot absorberja vidne svetlobe in stabilizatorja ter proučiti učinkovitost njihovega fotokatalitskega delovanja na tekstilnih vlaknih. Pri tem je bil pomemben cilj raziskave določiti stopnjo razbarvanja barvila v vodni raztopini kot tudi barvila v realni odpadni vodi tekstilne industrije.

2 Metodologija

V raziskavi smo uporabili beljeno 100 % bombažno (CO) tkanino (Tekstina d.o.o., Ajdovščina, Slovenija). Za sintezo ND TiO_2 smo uporabili prekursor titanov(IV) izopropoksid (TIP; $\geq 97,8$ % koncentracija), izopropanol (IP; ≥ 99 % koncentracija) in očetno kislino, vse produkte proizvajalca Sigma Aldrich (ZDA). Kurkumo (Maestro, Podravka d.d., Hrvaška) smo kupili v lokalni trgovini. Med barvili smo uporabili Rhodamine B (RhB; Sigma Aldrich, ZDA) in Bemacid Blue CA-GW (BB; Bezema, Švica).

Za sintezo ND TiO_2 smo pripravili 4 % raztopino hidroliziranega TIP v izopropanolu in očetni kisl-

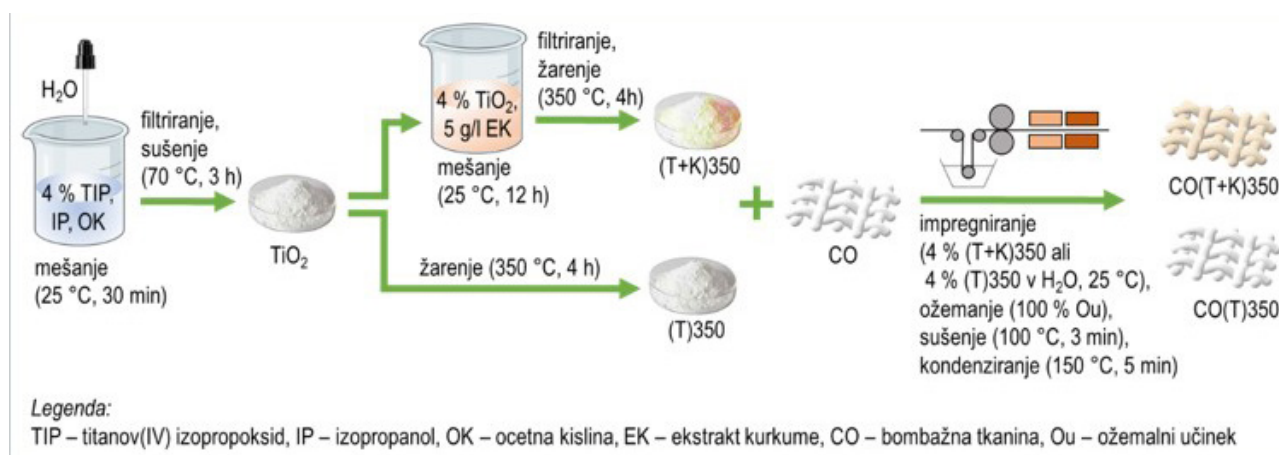
ni, nato pa postopoma dodajali vodo, da je potekla kondenzacija TIP v TiO_2 . ND TiO_2 smo nato filtrirali in posušili. Ekstrakt kurkume smo pripravili v destilirani vodi v koncentraciji 5 g/l. Postopki sinteze ND TiO_2 v prisotnosti ekstrakta kurkume in brez njega ter kemijske funkcionalizacije CO tkanine so prikazani na sliki 1. Na sliki so predstavljene tudi oznake vzorcev.

Morfološke lastnosti vzorcev so bile določene z vrstičnim elektronskim mikroskopom JSM-6060 LV (JEOL, Japonska). Razbarvanje vodne raztopine barvila RhB in barvila BB, raztopljenega v realni tekstilni odpadni vodi, je potekalo v aparatu Xenotest Alpha (Atlas, USA) pri osvetljevanju s ksenonovo svetilko v različnem časovnem obdobju. Pred in po osvetljevanju je bila na spektrofotometru UV/Vis Lambda 850+ (Perkin Elmer, Velika Britanija) določena absorbanca (A) barvil v območju valovnih dolžin (λ) od 400 do 800 nm. V primeru barvila RhB je bila določena koncentracija barvila pri maksimalni vrednosti A in iz razmerja med koncentracijo barvila po (C_t) in pred (C_0) osvetljevanjem izračunana stopnja razbarvanja barvila.

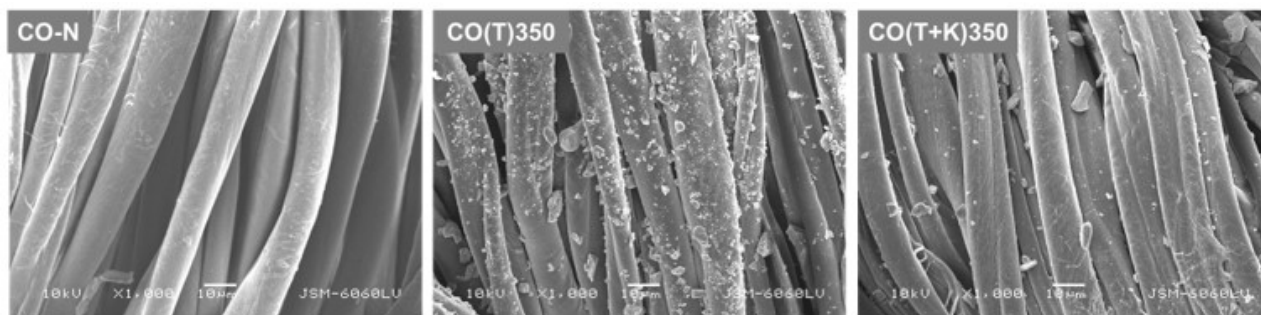
3 Rezultati

Kemijska funkcionalizacija bombažne tkanine je povečala hrapavost površine vlaken (vzorca CO(T)350 in CO(T+K)350), na katerih so bili vidni aglomerati TiO_2 različnih velikosti (slika 2).

Fotokatalitsko delovanje vzorcev CO(T)350 in CO(T+K)350 je povzročilo razbarvanje vodne raztopine barvila RhB, ki pa ni poteklo v primeru, ko je bil v raztopini prisoten vzorec CO-N (slika 3). Pri vseh časih osvetljevanja je bila fotokatalitska učinkovitost



Slika 1: Shematski prikaz postopkov sinteze ND TiO_2 in kemijske funkcionalizacije CO tkanine.

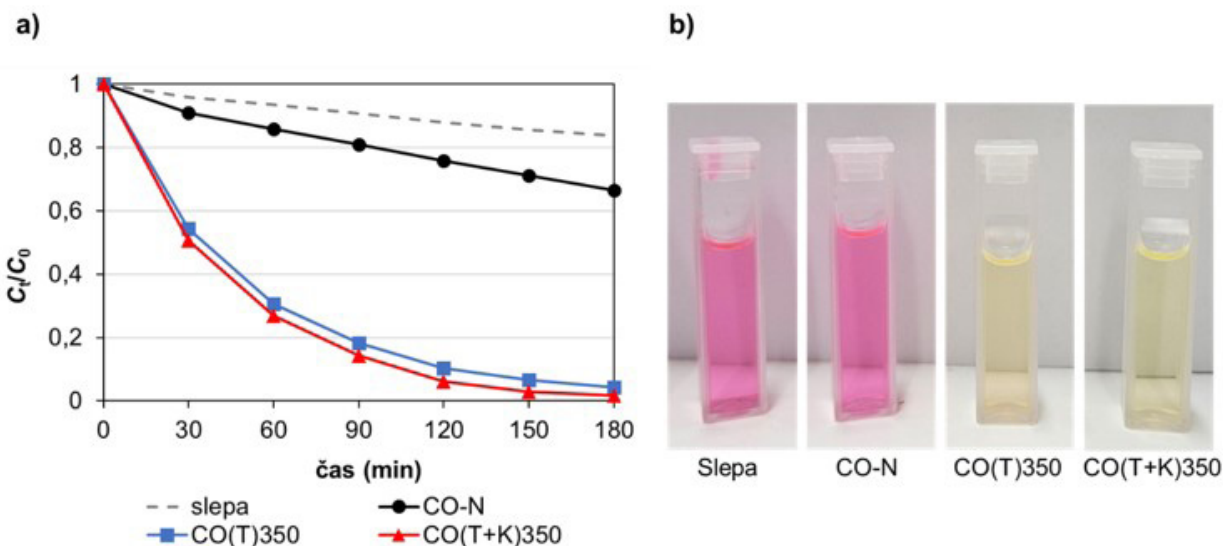


Slika 2: Elektronski mikroskopski posnetki neapretiranega bombažnega vzorca CO-N in kemijsko funkcionaliziranih vzorcev CO(T)350 in CO(T+K)350.

vzorca CO(T+K)350, kjer je kurkumin deloval kot absorber vidne svetlobe za aktivacijo ND TiO₂, nekoliko večja kot vzorca CO(T)350 brez kurkumina.

Fotokatalitsko delovanje vzorcev CO(T)350 in CO(T+K)350 je povzročilo razbarvanje vodne razto-

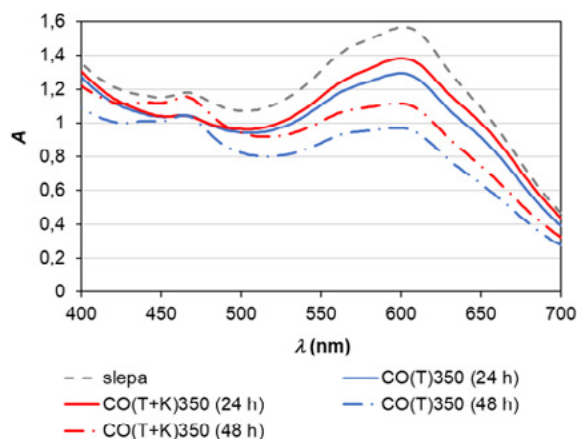
razbarvanje BB (slika 4). Sklepamo, da so odpadne snovi, prisotne v vodi, dezaktivirale ND TiO₂, zato bi bilo potrebno odpadno vodo pred postopkom razbarvanja ustrezno očistiti in postopek razbarvanja optimizirati.



Slika 3: Stopnja razbarvanja vodne raztopine barvila RhB v odvisnosti od časa osvetljevanja (a), fotografije vodnih raztopin barvila RhB po 180 minutah osvetljevanja brez (slepa) in v prisotnosti neapretiranega vzorca CO-N in kemijsko funkcionaliziranih vzorcev CO(T)350 in CO(T+K)350.

pine barvila RhB, ki pa ni poteklo v primeru, ko je bil v raztopini prisoten vzorec CO-N (slika 3). Pri vseh časih osvetljevanja je bila fotokatalitska učinkovitost vzorca CO(T+K)350, kjer je kurkumin deloval kot absorber vidne svetlobe za aktivacijo ND TiO₂, nekoliko večja kot vzorca CO(T)350 brez kurkumina.

To je vodilo do 99,4 % razbarvanja barvila RhB po treh urah osvetljevanja. Nasprotno z raztopino barvila RhB se je fotokatalitska aktivnost vzorcev CO(T)350 in CO(T+K)350 bistveno zmanjšala v realni tekstilni odpadni vodi z barvilom BB, kjer je bilo po 48 urah osvetljevanja doseženo le 30 do 40 %



Slika 4: Absorpcijski spektri barvila BB v realni tekstilni odpadni vodi po 24 in 48 urah osvetljevanja brez (slepa) in v prisotnosti kemijsko funkcionaliziranih vzorcev CO(T)350 in CO(T+K)350.

4 Zaključek

Novo razvita CO tkanina z vgrajenimi ND TiO₂ v kombinaciji s kurkuminom kot absorberjem vidne svetlobe je učinkovito razbarvala vodno raztopino RhB, manj uspešna je bila pri razbarvanju realne tekstilne odpadne vode zaradi delnega deaktiviranja fotokatalitskega delovanja ND TiO₂.

5 Zahvala

Raziskava je bila opravljena v sklopu predmeta Kemijska funkcionalizacija tekstilij študijskega programa 2. stopnje Načrtovanje tekstilij in oblačil in programske skupine P2-0213 Tekstilije in ekologija. Zahvaljujemo se podjetju Tekstina d.o.o., Ajdovščina, ki je priskrbelo vzorec industrijske odpadne vode.

6 Viri

Gonuguntla, S., Kamesh, R., Pal, U. & Chatterjee, D. (2023). Dye sensitization of TiO₂ relevant to photocatalytic hydrogen generation: Current research trends and prospects. *Journal of Photochemistry & Photobiology, C: Photochemistry Reviews*, 57, 100621.

Rashid, M. M., Simončič, B. & Tomšič, B. (2021). Recent advances in TiO₂-functionalized textile surfaces. *Surfaces and Interfaces* 22, 100890.

Toprak-Cavdur T., Uysal, S. & Gisbert-Paya, J. (2022). Dyeing recycled cotton fibers using Curcuma Longa and Pterocarpus Santalinus natural dyes and biomordant chitosan. *Journal of Natural Fibers*, 19(16), 13736–13752.



Znanstveni članek

Optimizacija zgorevanja v potisni peči s kisikom obogatenim zrakom

Matic Bobnar^{1*}, Bojan Rajakovič² & Borut Kosec¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

²SIJ ACRONI d.o.o., c. B. Kidriča 45, Jesenice, bojan.rajakovic@acroni.si

* Kontaktna oseba: mbobnar8@gmail.com

Povzetek

Jeklene slabe moramo pred procesom vročega valjanja ogreti v potisni peči na temperaturo preoblikovanja, kar je drag in energetsko potraten proces.

Potisna peč v vroči valjarni predstavlja ozko grlo, zato smo z idejo, da bi povečali produktivnost peči, naredili model na osnovi računalniške dinamike tekočin (angl. computational fluid dynamics oziroma CFD), s katerim smo izračunali parametre, ki so za nas ključnega pomena. Pri tem bi spreminjali vrsto goriva ter delež kisika v zraku. Prej omenjeni parametri so temperatura plamena, emisije CO₂, NO_x ter delež saj.

V sklopu raziskave so bile narejene tri simulacije za vsako vrsto goriva. Kot prvo gorivo smo vzeli zemeljski plin, naš trenutni energent v potisni peči. Kot potencialno substitucijsko gorivo smo vzeli propan, saj sta cena in dobava zemeljskega plina v trenutni geopolitični situaciji vprašljiva. Kot drugo substitucijsko gorivo pa smo vzeli vodik, ki predstavlja zeleno gorivo prihodnosti. Drugi parameter, ki smo ga spreminjali, je bil delež kisika v zgorevalnem zraku. Prva prevzeta vrednost je bila 21 %, torej atmosferska vrednost, druga prevzeta vrednost je bila 23 % in tretja 25 %.

Iz rezultatov simulacij smo glede na temperaturo plamena preko toplotnotehničnih izračunov določili novo zmogljivost peči. Preko preračunane zmogljivosti peči smo lahko nadalje vrednotili emisije CO₂, NO_x in delež saj na tono. Nato smo naredili primerjavo emisij glede na sedanje stanje in ocenili, ali je zgorevanje s povišanim deležem kisika v zraku ekološki proces.

Ključne besede: jeklo, emisije, potisna peč, računalniška dinamika tekočin, optimizacija zgorevanja

1 Uvod

V programu ANSYS Fluent R1 – student version smo izdelali model, ki bi nam izračunal in izrisal temperaturni profil plamena na posameznem gorilniku peči. Poleg temperature so nas zanimale tudi emisije CO₂ ter emisije NO_x. Zanimalo nas je tudi, če je predlagan proces ekološko bolj ali manj prijazen kot gorenje do sedaj.

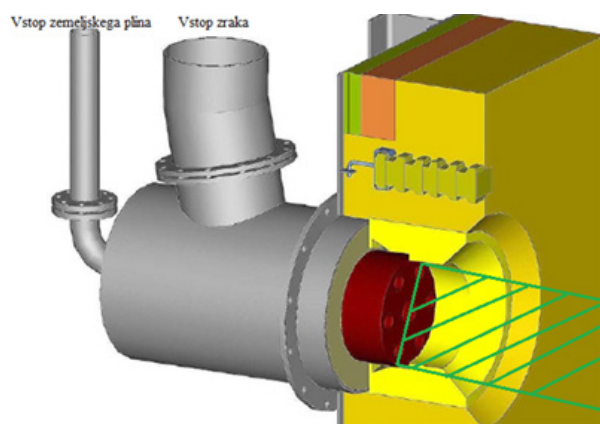
Na začetku smo postavili model in simulirali zgorevanje zemeljskega plina z atmosferskim zrakom, torej zgorevanje, kot je trenutno prisotno v potisni peči. Model smo prilagajali toliko časa, da nam je podal rezultate, ki so primerljivi z realno izmerjenimi vrednostmi na potisni peči. Ko je model izračunal približno podobne rezultate, kot so izmerjeni, smo vedeli, da je naš model umerjen in točen. Nato smo simulirali še zgorevanje zemeljskega plina, s kisikom obogatenega zraka. Eno simulacijo smo izvedli pri 23 % kisika v zraku in eno pri 25 % kisika v zraku, torej obogatitev za 2 oziroma 4 odstotke.

Po treh simulacijah zgorevanja z zemeljskim plinom smo simulirali zgorevanje propana pri 21, 23 ter 25 % kisika v zraku. Propan smo izbrali zato, ker je dobava zemeljskega plina v trenutnih časih zelo negotova. Pretok propana smo izračunali glede na razmerje spodnje zgorevalne toplote propana in zemeljskega plina, saj smo želeli, da energetski vnos ostane približno enak. Kot zadnje gorivo smo izbrali vodik, saj vodik velja za najbolj potencialno gorivo prihodnosti, pri zgorevanju vodika namreč ne pride do CO₂ izpustov. Zgorevanje vodika smo prav tako simulirali z 21, 23 ter 25 % kisika v zraku.

Po končanih simulacijah smo preko temperature plamena izračunali, za koliko se dvigne oziroma zmanjša produktivnost peči glede na trenutno situacijo. Preko nove produktivnosti smo izračunali tudi, koliko emisij se bo proizvedlo na posameznem gorilniku, na tono jekla, kar je najbolj merodajen podatek, ali je proces s kisikom obogatenim zrakom ekološko ugodnejši proces.

2 Eksperimentalni del

Vse CFD smo izvajali v programu ANSYS Fluent R1 – student version, čigar licenca je prosto dostopna za vse študente. ANSYS Fluent je programska oprema za računalniško dinamiko tekočin (CFD), ki se uporablja za simulacijo pretoka fluidov, prenosa toplote in interakcij med fluidom ter različnimi strukturami. ANSYS Fluent uporablja metodo končnih volumnov (MKV ali angl. finite volume method oziroma FVM) za reševanje osnovnih enačb pretoka fluida in prenosa toplote. To vključuje razdelitev domene simulacije na serijo majhnih, medsebojno povezanih kontrolnih volumnov ali celic. Vrednosti spremenljivk (kot so hitrost in temperatura) se nato izračunajo na



Slika 1: Gorilnik s področjem simulacije zgorevanja.

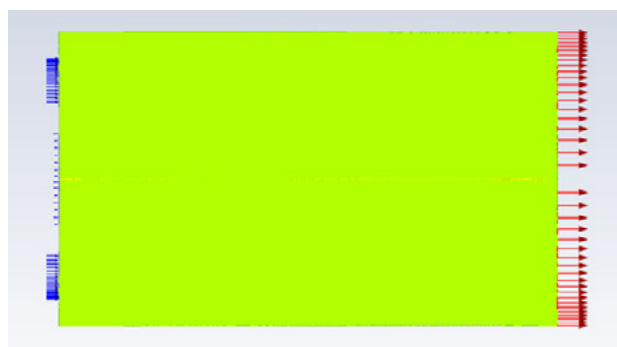
centrih teh celic. ANSYS Fluent uporablja iterativne algoritme za reševanje teh enačb in doseg konvergirane rešitve (Introduction to ANSYS fluent).

Kot geometrijo smo vzeli 2D pravokotno ploskev, ki sega iz gorilnika v notranjost peči. Na sliki 1 lahko vidimo rob ploskve. Na robu sta dve vstopni odprtini za plin in odprtina za zrak. Za to ploskev smo se odločili, saj je bila najboljši kompromis med natančnostjo in hitrostjo simulacije.

Dimenzije naše ploskve znašajo:

- Dolžina: 700 mm
- Širina: 414 mm
- Premer odprtin za gorivo: 65 mm
- Premer odprtine za zrak: 131 mm

Zgoraj omenjeno ploskev smo nato zamrežili. Zamrežili smo jo tako, da smo v model vnesli, na koliko delov želimo deliti rob ploskve. Po dolžini smo naredili 1000 delitev, po širini pa skupno 288. Gostoto mreže smo povečali ob odprtinah, kjer vstopita zrak in gorivo, tam namreč pride do vžiga in želimo, da so tam vrednosti čim bolj natančne. Minimalna velikost celice v mreži je znašala $1,92 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$, maksimalna pa $9,28 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$. Na sliki 2 vidimo geometrijo naše ploskve v programu ANSYS.



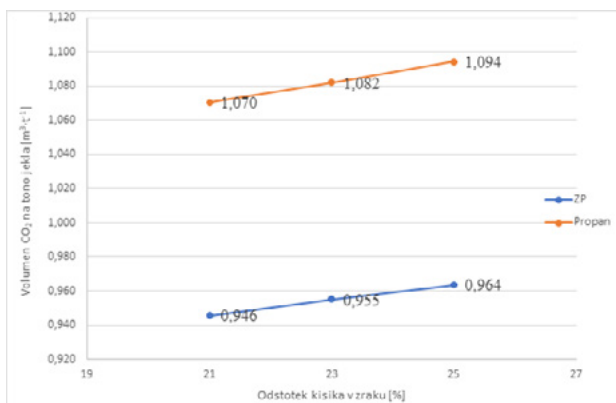
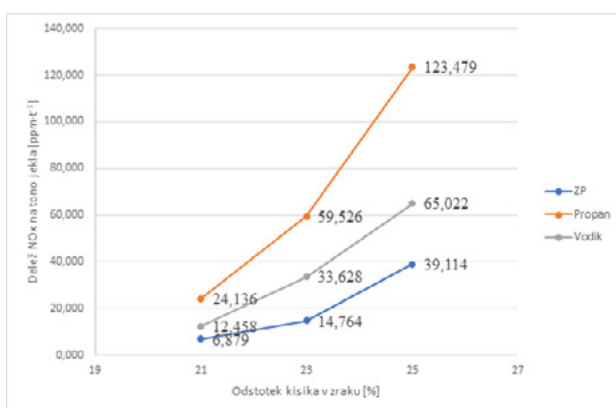
Slika 2: Geometrija analizirane ploskve.

Večje modre puščice na levi prikazujejo, kje bo vstopilo gorivo, manjše modre puščice prikazujejo, kje bo vstopil zrak, rdeče puščice pa prikazujejo, kje bodo izhajali produkti zgorevanja.

Ko smo določili geometrijo in generirali mrežo, smo pričeli s simulacijo.

Tabela 1: Izračuni produktivnosti glede na temperaturo plamena

	%O ₂	T [K]	ΔT	Zvišanje produktivnosti [%]	Izračunana produktivnost [t·h ⁻¹]
LITERATURA	/	/	394	33	/
ZP	21	2040	/	/	44,92
	23	2111	71	5,95	47,59
	25	2176	136	11,39	50,04
PROPAN	21	2128	88	7,37	48,23
	23	2203	163	13,65	51,05
	25	2271	231	19,35	53,61
VODIK	21	2198	158	13,23	50,86
	23	2273	233	19,51	53,69
	25	2325	285	23,87	55,64

Slika 3: emisije CO₂ glede na delež kisika v zraku.Slika 4: emisije NO_x glede na delež kisika v zraku.

3 Rezultati

V tabeli 1 je prikazan izračun produktivnosti peči glede na temperaturo plamena, ki smo jo izračunali s pomočjo simulacij. Za linearno interpolacijo smo uporabili podatke iz literature (Mayr, 2017)

Temperaturno diferenco smo izračunali glede na temperaturo plamena zgorevanja zemeljskega plina z 21 % kisika v zraku, saj to predstavlja naše trenutno stanje.

Na slikah 3 in 4 je prikazana odvisnost deleža emisij glede na delež kisika v zgorevalnega zraku.

4 Zaključki

Ker je segrevanje slabov energetsko potraten proces, se vedno stremi k optimizaciji procesa in zgorevanja. Iz teh razlogov smo postavili model, s katerim bi lahko izračunali temperaturo in temperaturni profil plamena glede na vrsto goriva in količino kisika v zraku. Na začetku smo model umerili tako, da smo simulirali zgorevanje zemeljskega plina z atmosferskim deležem kisika v zraku, tako kot poteka zgorevanje v realnosti, in smo primerjali izračunane parametre. Nato smo simulirali še zgorevanje zemeljskega plina pri 23 % ter 25 % kisika v zraku. Zatem smo simulirali še zgorevanje propana in vodika pri 21, 23 ter 25 % kisika v zraku. Z dobljenimi rezultati smo izračunali novo produktivnost peči ter delež emisij CO₂, NO_x ter saj na tono ogretega jekla.

Izkazalo se je, da je zgorevanje z dodatnim deležem kisika v zraku neekološki proces, povišana temperatura plamena namreč izredno poviša nastanek emisij CO₂ ter NO_x. Pri analizi emisij CO₂ smo ugotovili, da delež emisij linearno raste z deležem kisika v zraku, pri emisijah NO_x pa je korelacija eksponenta. Po drugi strani se delež saj linearno zmanjšuje, kar ugodno vpliva na okolje.

5 Viri

Introduction to ANSYS fluent: a beginner's guide. MR CFδ. Najdeno 20. avgusta 2024 na spletnem naslovu: <<https://www.mr-cfd.com/introduction-to-ansys-fluent-a-beginners-guide/>>.

MAYR, B., et al. CFD modelling and performance increase of a pusher type reheating. Energy Procedia 2017, 120, str. 462–468.



Znanstveni članek

Funkcionalizacija bombažne tkanine z ekstraktom listov octovca (*Rhus Typhina*)

Ema Klemenčič¹, Almira Nemtsova¹, Brigita Tomšič², Rok Fink², Jernej Iskra², Griša Gregorij Prinčič³ & Marija Gorjanc¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

²Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Zdravstvena pot 5, Ljubljana

³Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Večna pot 113, Ljubljana

* Kontaktna oseba: Ema Klemenčič, ek08004@ntf.uni-lj.si

Povzetek

Do leta 2030 bo morala tekstilna industrija prilagoditi svoje delovanje, da bo skladno z novim akcijskim načrtom za krožno gospodarstvo, z Evropskim zelenim dogovorom in strategijo EU za trajnostne in krožne tekstilne izdelke. Prispevek obravnava novo strategijo plemenitilnega procesa za razvoj biorazgradljivih zelenih tekstilij s funkcionalnimi lastnostmi. Bombažne tkanine so bile pobarvane v treh koncentracijah vodnega ekstrakta octovca. Iz rezultatov je razvidno, da z višanjem koncentracije ekstrakta narašča globina obarvanja, vzorci postajajo temnejši, bolj rdeči in bolj rumeni. Pobarvane tkanine so imele antioksidativno aktivnost nad 91 % in odlično zaščito pred ultravijoličnim sevanjem, z vrednostmi 50+. Protimikrobna aktivnost je bila določena le pri vzorcu barvanem pri višji koncentraciji ekstrakta, ki pa je imel tudi najvišjo vsebnost celokupnih polifenolov in flavonoidov. Barvani vzorci so ostali biorazgradljivi, pri čemer je ekstrakt octovca celo nekoliko pospešil biorazgradnjo bombažne tkanine.

Ključne besede: trajnostni tekstilni izdelek, barvanje, antioksidativna aktivnost, UV zaščita, protibakterijska učinkovitost, biorazgradnja.

1 Uvod

Octovec (*Rhus Typhina*) izvira iz Severne Amerike, v Evropi pa je uvrščena med tujerodne invazivne rastline (Jiang et al., 2009). Alkoholni ekstrakti octovca imajo protimikrobne, protivnetne, protirakave in antioksidativne lastnosti (Vandal et al., 2015; Wang & Zhu, 2017). Uporaba plodov, listov in lubja je bilo raziskano za področje prehrane, kmetijstva in varstva rastlin ter v farmakologiji (Antov et al., 2023). V tekstilstvu so se vodni ekstrakti octovca izkazali kot odlični medij za sintezo nanodelcev direktno na tekstilijah (Nina Čuk et al., 2021), s čimer so tekstilije kazale vrhunske funkcionalne lastnosti (protimikrobnost, zaščita pred ultravijoličnim (UV) sevanjem). Vodni ekstrakti octovca so bili uporabljeni tudi kot barvilo za barvanje volnene, bombažne in lanene tkanine (Brenčič & Gorjanc, 2019). Zaradi

vedno večjega povpraševanja in potrebo po trajnostnih tekstilijah s funkcionalnimi lastnostmi, je bil namen naše raziskave proučiti funkcionalne lastnosti in biorazgradnjo bombažne tkanine, plemenitene z vodnim ekstraktom listov octovca.

2 Metodologija

2.1 Material

V raziskavi je bila uporabljena kemično beljena tkanina: 100 % bombaž (CO), ploščinske mase 118 g/m² ter gostoto 49 osnovnih niti/cm in 29 votkovnih niti/cm. Nabrani listi octovca (*Rhus Typhina*) so bili očiščeni in posušeni na zraku ter fino zmleti s kuhinjskim mlinčkom.

2.2 Priprava ekstrakta listov octovca in barvanje tkanine

Zmleti listi octovca so bili preleti z deionizirano vodo segreto na 65 °C. Sledilo je mešanje in maceracija pri sobni temperaturi za 4 ure in filtracija. Čisti tekoči ekstrakt, v koncentracijah 20 g/l, 50 g/l in 100 g/l je bil uporabljen za barvanje CO tkanine po izčrpalnem postopku, pri kopelnem razmerju 1:40, temperaturi 60 °C, za 45 minut. Po barvanju se je vzorce spralo z vodo in posušilo pri sobni temperaturi. V preglednici 1 so predstavljene oznake in opisi vzorcev.

2.3 Analize

Preglednica 1: Označevanje vzorcev

Oznaka vzorca	Opis vzorca bombažne tkanine
Ne	Nebarvana
B20	Barvana z izvlečkom listov octovca 20 g/l
B50	Barvana z izvlečkom listov octovca 50 g/l
B100	Barvana z izvlečkom listov octovca 100 g/l

Nebarvanim in barvanim tkaninam je bila na refleksijskem spektrofotometru Spectro 1050 (Datacolor) izmerjena barva (CIELAB) in določena globina obarvanja (K/S). Skladno s testno metodo AATCC 183 je bil na UV/Vis spektrofotometru Lambda 850+ (Perkin Elmer) določen faktor zaščite tkanin pred UV sevanjem (UZF). Antioksidativna aktivnost (AA) tkanin je bila določena z DPPH radikalom (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) in merjenjem barvne spremembe na UV/Vis spektrofotometru. Tkaninam je bila določena tudi protibakterijska učinkovitost proti *Escherichia coli* (*E. coli* ATCC 35218) in *Staphylococcus aureus* (*S. aureus* ATCC 29213) v skladu s standardno metodo EN ISO 20743 ter biorazgradnja za obdobje 6, 12 in 18 dni v skladu s standardom EN ISO 11721. Ekstraktom je bila določena vsebnost skupnih polifenolov (TPC) in flavonoidov (TFC).

3 Rezultati z diskusijo

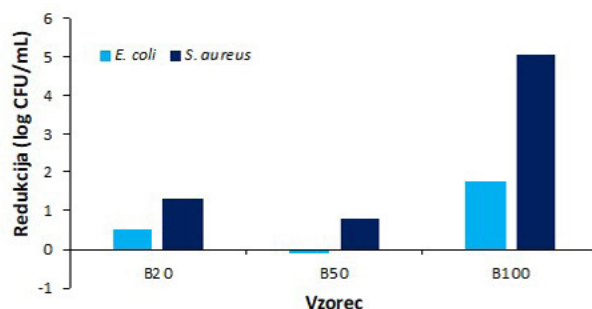
Z višanjem koncentracije ekstrakta listov octovca v barvalni kopeli postaja CO temnejša, bolj rdeča in bolj rumena, globina obarvanja pa se povečuje (preglednica 2). Vsi barvani vzorci izkazujejo odlično antioksidativno aktivnost (nad 91 %) in odlično zaščito pred UV sevanjem (50+) (preglednica 2).

Z barvanjem CO z najvišjo koncentracijo ekstrakta listov octovca dosežemo dobro redukcijo rasti *E.*

Preglednica 2: CIELAB in K/S vrednosti, antioksidativna aktivnost (AA) ter ultravijolični zaščitni faktor (UZF) in stopnja zaščite ter nebarvane in barvanih tkanin

Vzorec	CIE L*	CIE a*	CIE b*	K/S (pri 400 nm)	AA (%)	UZF	Stopnja zaščite
Ne	96,32	0,09	3,23	0,0272	0,21	3,73	Brez
B20	87,83	1,31	9,32	1,0544	91,11	56,08	Odlična
B50	83,97	2,03	10,46	1,6141	91,28	74,26	Odlična
B100	79,18	3,83	11,46	2,8014	91,37	91,81	Odlična

coli ter odlično redukcijo rasti *S. aureus* (slika 1), kar pripisujemo najvišji vsebnosti celokupnih polifenolov in flavonoidov (preglednica 3). Manjša občutljivost *E. coli* izhaja iz nizke prepustnosti zunanje membrane, ki deluje kot pregrada in preprečuje vstop protimikrobno aktivnih fenolnih spojin ekstrakta octovca v celico (Ishan Ghai & Shashank Ghai, 2018). Biorazgradnja CO vzorcev je razvidna s slike 2 in 3. Po 18-ih dneh zakopa so na površini vlaken vseh vzorcev nastale izrazite morfološke spremembe (sli-

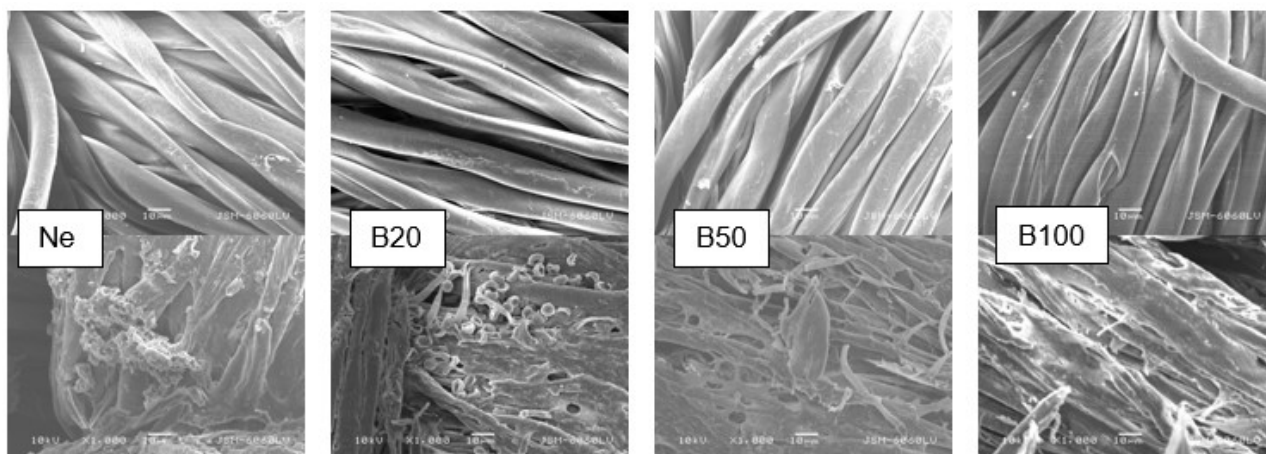


Slika 1: Redukcija *E. coli* in *S. aureus* na pobarvanih bombažnih tkaninah

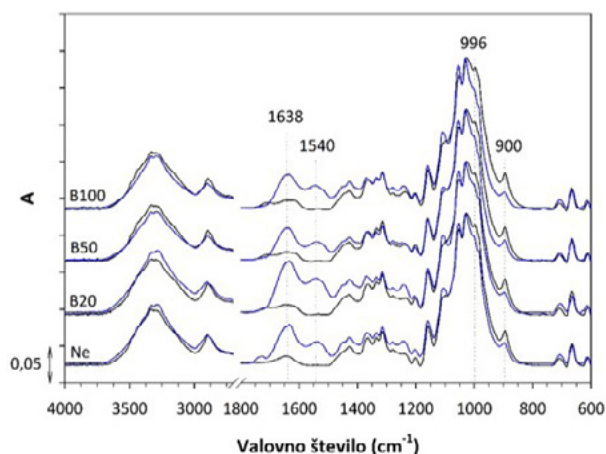
Preglednica 3: Vsebnost celokupnih polifenolov (TPC) in flavonoidov (TFC) v ekstraktih listov octovcatkaninah

Koncentracija ekstrakta (g/l)	TPC (mg GAE/100 g)	TFC (mg CE/100g)
20	296	345
50	659	826
100	1469	1474

ka 2) zaradi delovanja mikroorganizmov (razvidno kot novonastala absorpcijska trakova pri 1638 (amid I) in 1540 cm⁻¹(amid II)) in encimatske razgradnje makromolekule celuloze (razvidno kot znižanje intenzitete absorpcijskih trakov pri 996 in 900 cm⁻¹) (slika 3), kar nedvomno potrjuje, da barvani vzorci ostajajo biorazgradljivi ne glede na koncentracijo ekstrakta listov octovca (Tomšič et al., 2007)



Slika 2: SEM posnetki bombažnih tkanin pred in po zakopu (18 dni)



Slika 3: IR ATR spektri bombažnih tkanin pred (črna črta) in po zakopu (modra črta)

Odraž intenzivne biorazgradnje proučevanih vzorcev je tudi sprememba svetlosti (ΔL^*) (preglednica 4), ki je naraščala z naraščanjem časa zakopa in je posledica nastanka rjavo obarvanih madežev. V primerjavi z nebarvanim vzorcem, so pobarvani vzorci izkazali višje vrednosti ΔL^* , kar nakazuje da je ekstrakt octovca celo nekoliko pospešil temnenje vzorcev kot posledica intenzivnejšega gnitja pobarvane bombažne tkanine.

Preglednica 4: Razlika v svetlosti (ΔL^*) pred in po zakopu bombažnih tkanin

Vzorec	ΔL^*		
	6 dni	12 dni	18 dni
Ne	10,30	17,36	32,23
B20	15,86	26,08	46,25
B50	23,07	31,98	43,15
B100	25,23	30,06	40,69

4 Zaključek

Barvanje z ekstraktom octovca je omogočilo razvoj bombažne tekstilije, ki ima odlično antioksidativno aktivnost, odlično zaščito proti UV sevanju, dobro do odlično protibakterijsko aktivnost in je zelo dobro biorazgradljiva. Rezultati raziskave so aktualni in v skladu s smernicami za zeleni prehod tekstilne industrije.

5 Zahvala

Raziskava je bila izvedena v sklopu predmetov Projektno delo študijskih programov Načrtovanje tekstilij in oblačil ter Tekstilno in oblačilno inženirstvo, v sklopu projekta NOO ULTRA, Digitalna in zelena prenova VSŠP, Prenova VŠ programov na NTF za zelen in digitalen prehod v Družbo 5.0.

6 Viri

Antov, G., Vilhelmova-Ilieva, N., Nikolova, M., Nikolova, I., Simeonova, L., Grozdanov, P., Krasteva, M., Vladimirova, A. & Gospodinova, Z. (2023). In vitro evaluation of anticancer, antiviral, and antioxidant properties of an aqueous methanolic extract of *Rhus typhina* L. leaves. *International Food research journal* 30(3), 774–782.

Brenčič K. & Gorjanc M. (2019). Barvanje volne, bombaža in lanu z barvili, pridobljenimi iz tujerodnih invazivnih rastlin. *Tekstilec: glasilo slovenskih tekstilcev*, 62, priloga 1, si38–si50.

Čuk, N., Šala, M. & Gorjanc, M. (2021). Development of antibacterial and UV protective cotton fab-

rics using plant food waste and alien invasive plant extracts as reducing agents for the in-situ synthesis of silver nanoparticles. *Cellulose*, 28, 3215–3233.

Ghai, I. & Ghai, S. (2018). Understanding antibiotic resistance via outer membrane permeability. *Infection and Drug Resistance*, 11(11), 523–530.

Jiang, G., Wang, G. & Yang, J. 2009. *Rhus typhina* (staghorn sumac). Najdeno 5. septembra 2024 na spletnem naslovu <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.47400>.

Tomšič, B., Simončič, B., Orel, B., Vilčnik, A. & Spreizer, H. (2007). Biodegradability of cellulose fabric modified by imidazolidinone. *Carbohydrate Polymers*, 69(3), 478–488.

Vandal, J., Abou-Zaid, M., Ferroni, G. & Leduc, L. (2015). Antimicrobial activity of natural products from the flora of Northern Ontario, Canada. *Pharmaceutical Biology*, 53(6), 800–806.

Wang, S. & Zhu, F. (2017). Chemical composition and biological activity of staghorn sumac (*Rhus typhina*). *Food Chemistry*, 237, 431–443.



Znanstveni članek

Modeliranje rekristalizacije z upoštevanjem vpliva precipitacije in upora atomov topljenca na mobilnost velikokotnih mej

Ožbej Modrijan^{1*}, Goran Kugler¹

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: om56068@student.uni-lj.si

Povzetek

Vroče valjanje je energetsko intenziven proces, pri katerem vsaka majhna izboljšava tehnologije običajno vodi k velikim prihrankom energije in materialov, kar vodi do manjših obremenitev okolja in do bolj trajnostne proizvodnje kovinskih materialov. V zvezi s tem je še posebej aktualno uvajanje naprednih tehnologij, ki temeljijo na računalniško podprtem modeliranju procesov, ki potekajo v materialih med njihovim termomehanskim procesiranjem, saj s tem omogočimo optimalnejše poti skozi procesne verige njihove izdelave in posledično večjo učinkovitost ter kakovost končnih izdelkov.

V okviru tega dela smo raziskali vpliv kinetike precipitacije, upora atomov topljenca in časov čakanja pred plastično deformacijo na kinetiko statične rekristalizacije. Simulacije smo izvajali na primeru izločanja niobijskega karbida v modelnem mikrolegiranem HSLA jeklu. Program za izvajanje simulacij sestoji iz precipitacijskega in rekristalizacijskega modela. V slednjega je vključen tudi model, ki upošteva upor atomov topljenca. Oba uporabljena modela temeljita na teoriji povprečnega polja. Model eksplicitno upošteva vpliv precipitacije preko Zenerjevega tlaka in upor atomov topljenca na mobilnost velikokotnih mej. Simulacije smo izvedli v treh sklopih. V prvem nismo upoštevali procesov izločanja, kot tudi ne upora atomov Nb. V drugem sklopu smo upoštevali vpliv precipitativ, v zadnjem pa smo upoštevali tudi upor atomov topljenca. Simulirali smo razvoj mikrostrukture pri različnih temperaturah, hitrostih deformacije, koncentracijah Nb, začetnih velikostih kristalnih zrn in pri različnih časih čakanja pred deformacijo. Rezultati simulacij so pokazali, da je kinetika rekristalizacije hitrejša pri višjih temperaturah, hitrostih deformacije in manjši začetni velikosti kristalnih zrn. Faza, v kateri precipitacija zavira rekristalizacijo je odvisna predvsem od temperature, koncentracije Nb in začetne velikosti kristalnih zrn. Vpliv atomov topljenca je izrazitejši pri višjih koncentracijah Nb v matrici. Zaradi dodatnega upora atomov topljenca na gibajoče meje se podaljšajo inkubacijski časi, prevoji pa se pomaknejo k nižjim deležem in rahlo daljšim časom.

Ključne besede: statična rekristalizacija, precipitacija, upor atomov topljenca, mobilnost velikokotnih mej, preoblikovanje v vročem.

1 Uvod

Razvoj mikrostrukture med preoblikovanjem kovinskih materialov določa končne lastnosti izdelka. Doseganje želenih lastnosti najprej vključuje temeljito razumevanje procesov v materialu med preoblikovanjem, nato pa načrtovanje tehnologij za njihovo izdelavo. Dobra kontrola procesov, ki med vročim-

preoblikovanjem potekajo v materialu, je izredno pomembna v industrijski praksi.

V tem delu smo uporabili model, ki upošteva vpliv precipitativ in atomov topljenca na mobilnost velikokotnih mej. Precipitacija je eden izmed glavnih mehanizmov utrjevanja mikrolegiranih jekel. Precipitati predstavljajo ovire za gibanje dislokacij med deformacijo, kar rezultira v višji meji tečenja in natezni

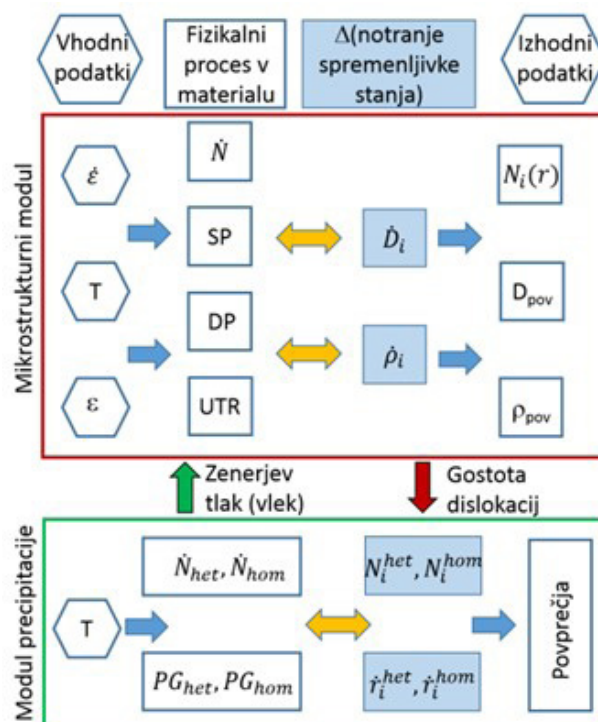
trdnosti (Turk et al., 2008). Poleg tega imajo značen vpliv na kinetiko statične rekristalizacije. Izločki zavirajo rekristalizacijo, kar je v literaturi znano kot Zenerjev efekt (Orend et al., 2015). Dodaten upor pri rasti novih zrn predstavljajo tudi v matrici raztopljeni atomi topljenca (Buker, 2018). Precipitate v mikrolegiranih jeklih predstavljajo karbidi, nitridi in karbonitridi zlitinskih elementov, kot so Nb, Ti, V in Al. Model, ki smo ga uporabili v diplomskem delu, je sestavljen iz rekristalizacijskega in izločevalnega dela.

Namen dela je bil v program implementirati model za upoštevanje upora atomov topljenca in raziskati, kako različni časi čakanja pred deformacijo vplivajo na kinetiko rekristalizacije po deformaciji. Izvedli smo številne simulacije pri različnih vhodnih parametrih, kot so temperatura, koncentracija Nb, hitrost deformacije in začetna velikost kristalnih zrn. Rezultate simulacij ob različnih spremembah parametrov smo nato primerjali in analizirali.

2 Modeliranje razvoja mikrostrukture

Model razvoja mikrostrukture se sestoji iz izločevalnega in rekristalizacijskega modela. V slednjega je vključen tudi model, ki upošteva upor atomov topljenca. Oba uporabljena modela temeljita na teoriji povprečnega polja. Model eksplicitno upošteva vpliv izločanja preko Zenerjevega tlaka in upor atomov topljenca na mobilnost velikokotnih mej. Slika 2.1 prikazuje shemo sklopljenega modela. Program deluje tako, da najprej generira začetno mikrostrukturo. Zanka programa vsakič poda nov časovni interval v katerem najprej izračuna potrebne parametre za izločanje. V tem koraku gre program po razredih izločkov, kjer izračuna kritičen radij, hitrost rasti in ravnotežno koncentracijo na medfazni meji v odvisnosti od Gibbs-Thomsonovega pojava. Za tem program izračuna atomski delež Nb in C v matrici. Sledi mikrostrukturni del, kjer poteka izračun na osnovi enačb za rekristalizacijo (Orend et al., 2015)

Izločevalni model se sklopi z rekristalizacijskim preko Zenerjevega tlaka. Ta se nastavi pred deformacijskim korakom, kjer se izračuna tudi molski delež Nb v matrici za izračun vpliva upora atomov topljenca na mobilnost velikokotnih mej. V prvem koraku poteka deformacijski del, ki se zaključi, ko dosežemo nastavljeno stopnjo deformacije. Za tem sledi statični proces, kjer program v datoteko izpisuje čas in delež rekristaliziranega materiala.



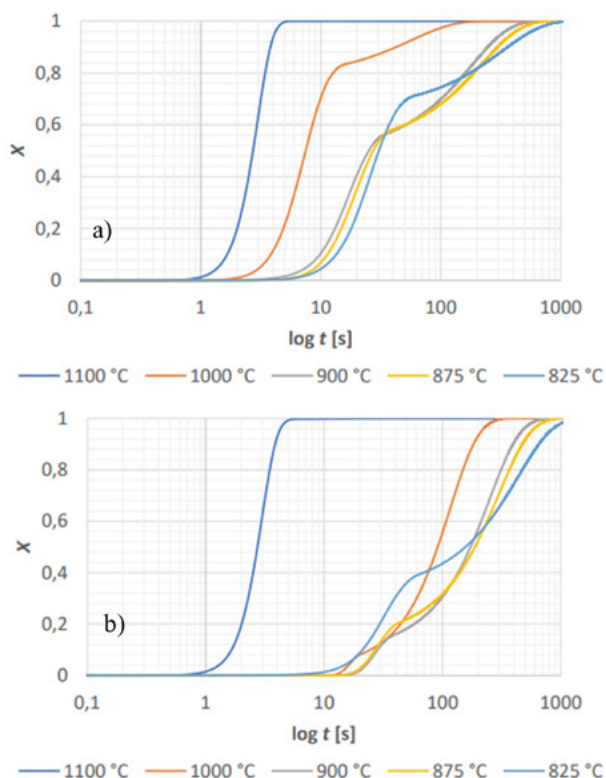
Slika 2.1: Shema sklopitve rekristalizacijskega in izločevalnega modela.

3 Rezultati in diskusija

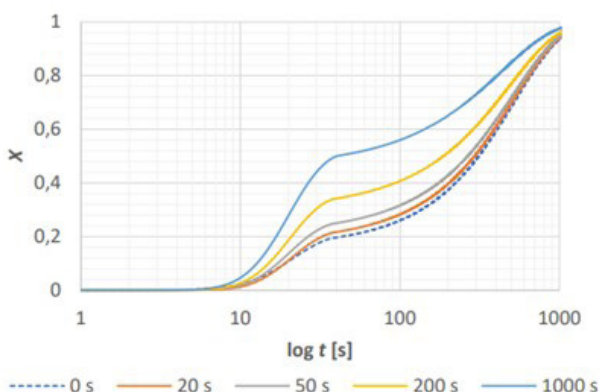
Slika 3.1 prikazuje rezultate simulacij ob upoštevanju vpliva izločana. Simulacije so bile izvedene za dve različni začetni koncentraciji Nb pri različnih temperaturah. Opazimo lahko, da izločki zavirajo rekristalizacijo (pojavi se prevoji na krivuljah), pri temperaturi 1100 °C pa ti nimajo vpliva. Kinetika rekristalizacije je hitrejša pri višjih temperaturah in hitrostih deformacije ter pri manjši začetni velikosti kristalnih zrn. Pri višjih vrednostih Nb (slika 3.1 b) se poveča gonilna sila za izločanje, kar znatno vpliva na kinetiko rekristalizacije. Zaradi povečanja koncentracije Nb je nukleacija NbC hitrejša in intenzivnejša, zato pride do pojava prevojev pri nižjih deležih rekristalizacije.

Slika 3.2 prikazuje rezultate simulacij ob upoštevanju vpliva izločkov in pri različnih časih čakanja pred deformacijo pri temperaturi 875 °C. Na sliki 3.2 opazimo, da se prevoji krivulj z daljšimi časi čakanja pomikajo k višjim vrednostim. To je pričakovan rezultat, katerega vzrok je povečanje povprečnega radija izločkov in zmanjšanje njihovega števila na enoto volumna.

Slika 3.3 prikazuje rezultate simulacij ob upoštevanju izločanja in upora atomov topljenca za različne



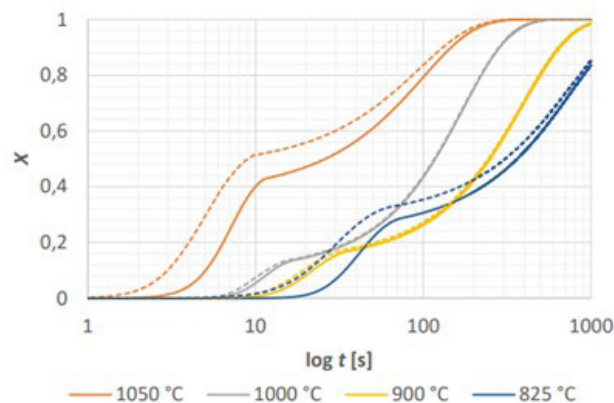
Slika 3.1: Kinetika rekristalizacije pri koncentraciji $X_{Nb} = 0,00028$ (a) in $X_{Nb} = 0,00041$ (b) pri različnih temperaturah.



Slika 3.2: Kinetika rekristalizacije pri temperaturi 875 °C za različne čase čakanja pred deformacijo.

temperature. Za prikaz vpliva smo primerjali rezultate simulacij z in brez (črtkane krivulje) upoštevanja upora atomov Nb.

Vpliv atomov Nb je izrazito opazen pri temperaturah 1050 °C in 825 °C. Pri obeh krivuljah se inkubacijski časi pomaknejo k daljšim časom, prevoji pa se pojavijo nekoliko kasneje in pri nižjih deležih. Vse to so posledice dodatnega upora atomov Nb pri gibanju velikokotnih mej. Upor atomov topljenca je odvisen predvsem od koncentracije Nb v matrici in temperature.



Slika 3.3: Kinetika rekristalizacije z in brez (črtkane krivulje) upoštevanja upora atomov topljenca za različne temperature.

4 Zaključki

Dobljene rezultate simulacij pri različnih vhodnih parametrih smo primerjali in interpretirali. Ugotovitve so bile naslednje:

- Kinetika rekristalizacije je hitrejša pri višjih temperaturah, hitrostih deformacije in manjši začetni velikosti kristalnih zrn.
- Faza, v kateri izločanje zavira rekristalizacijo je odvisna predvsem od temperature, koncentracije Nb in začetne velikosti kristalnih zrn.
- Pri različnih časih čakanja pred deformacijo rekristalizacija poteče na različnih intervalih kinetike izločanja.
- Vpliv atomov topljenca je izrazitejši pri višjih koncentracijah Nb v matrici. Zaradi dodatnega upora atomov topljenca na gibajoče meje se podaljšajo inkubacijski časi. Prevoji se pomaknejo k nižjim deležem in rahlo k daljšim časom.

5 Viri

TURK, R., KUGLER, G., TERČELJ, M., BOMBAČ, D. Preoblikovanje kovinskih materialov. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za materiale in metalurgijo, 2008, 181 str.

OREND, J., HAGEMANN, F., KLOSE, F. B., MAAS, B., PALKOWSKI, H., A new unified approach for modeling recrystallization during hot rolling of steel. Materials Science and Engineering A, 2015, vol. 647, str. 191–200.

BUKEN, H. Modeling Static Recrystallization in Metallic Materials : doktorska disertacija. Dunaj, 2018, 102 str.



Znanstveni članek

Zagotavljanje energije za nizkoenergijske hiše

Janko Pirec^{1*} & Željko Vukelič¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: janko.pirec@gmail.com

Povzetek

Nizkoenergijske hiše izpolnjujejo stroge standarde glede porabe energije za ogrevanje, hlajenje in osvetljevanje. Ključno je, da za ogrevanje in hlajenje uporabljajo obnovljive vire energije, kot so voda, sonce, veter in zemlja. Namen tega je zmanjšanje stroškov ter izpustov toplogrednih plinov.

Toplotne črpalke tipa voda/voda in zemlja/voda so ključne pri zagotavljanju toplotne in hladilne energije za nizkoenergijske hiše. Toplotna črpalka voda/voda izkorišča energijo podzemne vode. Ta sistem je zelo učinkovit, saj podzemna voda ohranja relativno stalno temperaturo skozi vse leto, kar omogoča visok izkoristek in nizko porabo električne energije. Poleg tega je namestitev sistema pogosto cenejša, saj zahteva le dve vrtini za dostop do podzemne vode. Toplotna črpalka zemlja/voda izkorišča toplotno energijo shranjeno v zemlji. Ta tip črpalke je zelo učinkovit, saj zemeljski skladi ohranjajo konstantno temperaturo skozi vse leto, kar omogoča stabilno delovanje in visoko grelno število (COP). Grelna števila pri tej vrsti črpalke doseže vrednosti od 4,4 do 4,9, kar pomeni, da za en del porabljene električne energije proizvedejo več kot štirikrat toliko toplotne ali hladilne energije.

Ključne besede: nizkoenergijske hiše, obnovljivi viri energije, geotermalne toplotne črpalke

1 Uvod

Investitorju sta predstavljena dva obnovljiva geotermalna vira za zagotavljanje energije za nizkoenergijsko hišo, ki izpolnjujeta stroge standarde glede porabe energije za ogrevanje in hlajene.

Poleti toplotna črpalka dodatno hladi stavbo, saj toploto iz bivalnih prostorov usmerja v ogrevanje sanitarne vode ali bazena, šele nato pa presežek shrani v zemljo in jo tako regenerira. Njena poraba je poleti nižja, kot je poraba povprečnega televizorja.

2 Zagotavljanje virov energije (voda/voda; zemlja/voda)

Geotermalna toplotna črpalka zadosti vsem energetskim potrebam stavbe, ne glede na vremenske pogoje, ob tem pa je njeno delovanje kar najučinkovitejše. Posebnost geotermalne črpalke je namreč pametno usmerjanje energije. Medtem ko ogreva stavbo, greje vročo sanitarno vodo na zelo visoko temperaturo, tudi do 80 stopinj Celzija.

3 Viri energije

Vir toplote je ključnega pomena pri načrtovanju vgradnje toplotne črpalke. Za osnovno načelo izbire vira toplote velja: toplotni vir z višjo temperaturo pomeni visoko grelna števila in posledično nižje stroške ogrevanja. Pri izbiri toplotnega vira vedno začnemo pri tistem, ki ima najvišjo povprečno letno temperaturo. V primeru, da le ta ni na voljo, postopoma preučujemo toplotne vire z nižjimi temperaturami.

Primerni viri toplote v našem primeru so

- podtalna voda,
- zemlja,

Pri izbiri vira moramo paziti na zadostno razpoložljivost vira, veliko akumulacijo toplote in dovolj visok temperaturni nivo, pomemben pa je tudi kriterij vzdrževanja in obratovanja.

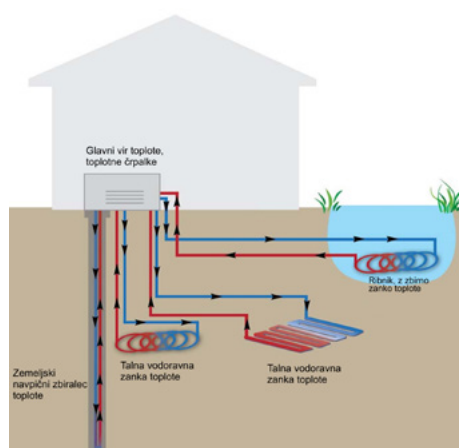
3.1 Voda

Podtalna voda je najbolj učinkovit vir toplote z energetskega stališča. Minimalni pritok za nemoteno delovanje toplotne črpalke znaša 2,3 m³/h za 10 kW ogrevalne moči. Podtalnica ima najvišjo in najbolj konstantno temperaturo: med +8 °C in +12 °C. Podtalnico zajemamo v sesalni vrtini s pomočjo potopne črpalke in jo ohlajeno do 5 °C ponovno vračamo v ponorno vrtino, ki je oddaljena približno 15 m v smeri toka podtalne vode. Prečrpana voda se v toplotni črpalci samo ohladi za 2 do 5 °C in se ne onesaži.

3.2 Zemlja

Sončna energija se akumulira tudi v zemlji in tako ima zemlja na globini večji od 1 m konstantno temperaturo skozi vse leto. Pri koriščenju toplote zemlje potrebujemo ustrezno količino le-te. Možne izvedbe so: horizontalni, spiralni horizontalni kolektor, energetske košare ali izvedba z zemeljskimi sondami, primeri so na sliki 1.

Toplotni odvzem vertikalne zemeljske sonde znaša 30–100 W/m², odvzem horizontalnega zemeljskega kolektorja pa znaša 15–40 W/m²; pri temperaturi vira toplote od -2 °C do +10 °C. Takšne toplotne črpalke imenujemo toplotne črpalke zemlja/voda (Labudović, 2006).



Slika 1: Viri toplote (Instalater, 2024)

4 Določitev potrebne ogrevalne moči

Prvi korak pri zasnovi novega ogrevalnega sistema je določiti potrebo po toploti objekta, ki ga želimo ogrevati. Potrebo po toploti se lahko izračuna v skladu s standardi (npr. EN 12831). Za takšen izračun je potrebno imeti podatke o vgrajenih materialih in ustrezne dimenzije.

Potrebno ogrevalno moč lahko tudi ocenimo glede na velikost ogrevalnih prostorov in približne specifične vrednosti po toploti. Ta izračun nam kaže enačba (Dimplex, 2004):

$$Q_N = A \cdot q = 146 \cdot 30 = 4,38 \text{ [kW]},$$

kjer je:

- Q_N [kW] – potrebna ogrevalna moč,
- A [m²] – ogrevalna površina,
- q [W/m²] – specifična vrednost potrebe po toploti.
- Specifična vrednost po toploti (Dimplex, 2004):
- hiša z najnižjo porabo energije $q = 30$ [W/m²]
- solidna izolacija objekta novejša gradnje $q = 50$ [W/m²]
- minimalna toplotna izolacija (1980) $q = 80$ [W/m²]
- starejše gradnje brez izolacije $q = 120$ [W/m²]

Potrebno ogrevalno moč ocenimo na osnovi velikosti ogrevalnih prostorov ter specifične vrednosti po toploti $Q_N = 4,38$ [kW]. Upoštevajmo še, da je objekt sodobna skoraj nič energijska hiša. Na osnovi ocenjenih vrednosti in lastnosti objekta izberemo potrebno ogrevalno moč $Q_N = 5$ [kW].

4.1 Vir toplote zemlja

Zemljina na lokaciji predvidenega vrtanja: prva plast je prodnat, peščen material lahko tudi deloma zaglinjen s prisotno podtalno vodo ($q = 55$ – 65 W/m) do globine 40 m, druga plast pa je skrilavec ($q = 45$ – 65 W/m) (q [W/m] – toplotni odvzem iz zemlje).

Toplotno moč vrtine določimo po sledečem obrazcu:

$$\frac{L_1 \cdot q_1 + L_2 \cdot q_2 + L_n \cdot q_n}{\sum (L_1 \dots L_n)} \cdot \eta = Q_{VRT} \text{ [W/m]}$$

$$\frac{40\text{m} \cdot 55\text{W/m} + 80\text{m} \cdot 45\text{W/m}}{120\text{m}} \cdot 0,9 = 43,50 \text{ [W/m]} = Q_{VRT}$$

Kjer pomenijo:

- $L_1 \dots L_n$:..... dolžina posameznih odsekov vrtine v določeni kamenini [m]
- $q_1 \dots q_n$:..... toplotna izdatnost posameznih odsekov vrtine [W/m]
- η :..... izkoristek vrtine (cca. 90%)
- Q_{vrt} :..... toplotna moč vrtine [W/m]

Skupna globina vrtin:

$$\frac{Q_{min}}{Q_{vrt}} = N_m [m]$$

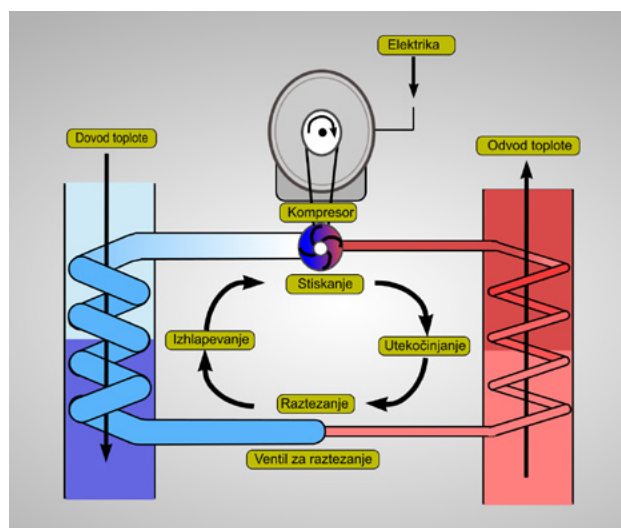
$$\frac{5000W}{43,50W/m} = 114,94 [m] = N_m$$

Kjer pomenijo:

- N_m :..... skupna globina vrtin [m]
- Q_{min} :..... minimalna potrebna moč ogrevanja stavbe [W] (Vukelič, 2024)

Izračunali smo potrebno globino geosonde, in sicer minimalno 114,94 m. Odločimo se za globino 120 m, Z večjo globino imamo nekaj rezerve, kar naj bi pripomoglo k boljšemu izkoristku toplotne črpalke moči 5 kW.

V primeru horizontalnih kolektorjev, bi nekje 1,1 do 1,5 m pod površjem položili cevne zanke na površini med 250–300 m².



Slika 2: Delovanje TČ (Instalater, 2024)

4.2 Vir toplote voda

Značilna globina do podzemne vode prvega vodonosnika na tem območju znaša med 6 in 12 metri. Za potrebe črpanja vode se bo vgradilo potopno črpalno za vrtine (3" SDM 24) s povečano odpornostjo na pesek s pretokom 1,2 l/s.

Potrebna količina črpanja vode v litrih na sekundo pri spremembi temperature 4 stopinje za 5000 W moči je enaka:

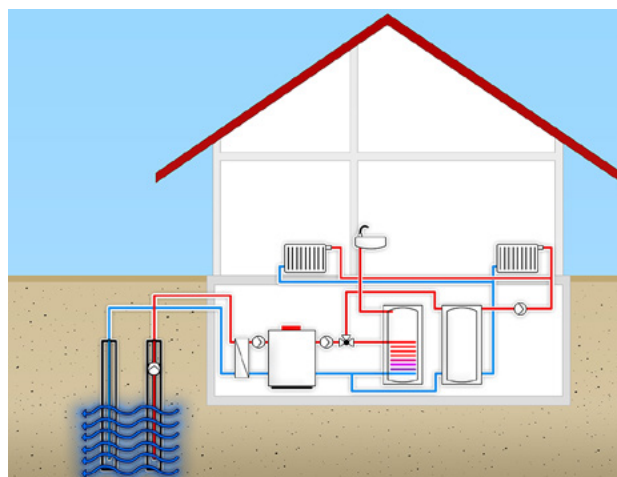
$$V = \frac{Q}{c \cdot \Delta T \cdot t}$$

Kjer:

- V je potrebna količina črpanja vode na sekundo (v L/s).
- Q je absorbirana toplota (v W).
- c je specifična toplota vode (v J/kg°C).
- ΔT je sprememba temperature vode (v °C).
- t je čas (v sekundah), ki ga imamo na voljo za spremembo temperature vode.

$$V = \frac{5000W}{4186 J/kg^{\circ}C \cdot 4^{\circ}C \cdot 1s} = 0,3 L/s = 1,08 m^3/h.$$

Torej za potrebe toplotne črpalke potrebujemo potopno črpalno s pretokom najmanj 1,08 m³/h.



Slika 3: Vir toplote voda (Instalater, 2024)

5 Hlajenje

Toplotna črpalka tipa zemlja/voda oz. voda/voda uporabi konstantno temperaturo zemlje oz. vode tudi zato, da v poletnih mesecih osveži oz. ohladi vaše prostore in zagotavlja udobje bivanja preko vsega leta. Pri izvedbi zemlja/voda s pomočjo hlajenja zemljino v okolici geosonde akumuliramo toploto in hitreje obnovljamo temperaturo za zimski čas.

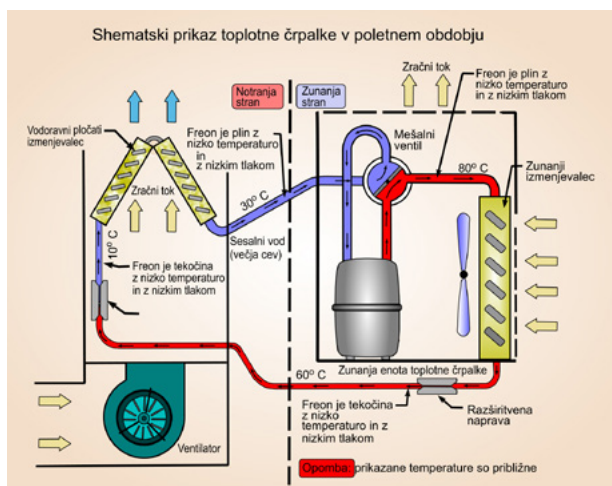
S toplotno črpalko pasivno hladimo prostore v hiši. V poletnem času je priporočljivo, da vejo v kopalnici in v WC-ju zapremo, kar pripomore k boljšemu počutju pri zadrževanju v toaletnih prostorih.

Hlajenje s sistemom toplotna črpalka in talno gretje imenujemo pasivno hlajenje.

Če hladimo prostore samo s toplotno črpalko moramo poskrbeti tudi za odvajanje odvečne vlage iz prostorov. To je možno rešiti na več možnih načinov:

- prezračevalni sistem,
- konvekcijske enote,
- klimatska naprava (za potrebe razvlaževanja), v obdobju julij in avgust pa tudi za pomoč pri hlajenju,

najbolj uporabna pa je rešitev s kombinacijo teh sistemov.



Slika 4: TČ poleti (Instalater, 2024)

6 Zaključek

Prednost toplotnih črpalk je, da ne ustvarjajo energije, temveč jo zgolj prenašajo z ene strani na drugo, iz vira v stavbo. V primeru ogrevanja z geotermalno toplotno črpalko gre torej za prenos toplote iz zemlje, dvigovanje temperature na uporabno raven in oddajanje toplote v ogrevalni sistem. Stabilnejši kot je vir energije, bolje bo črpalka delovala dolgoročno. Povedano drugače, višja je temperatura vira, višja bo energetska učinkovitost sistema.

7 Viri

Dimplex. Priročnik za projektiranje in inštalacijo (2024). Najdeno 4. maja 2024 na spletnem naslovu https://www.dimplex-partner.de/fileadmin/dimplex/downloads/planungshandbuecher/si/phb_dimplex-wp_072009_si.pdf.

Instalater (2024). Najdeno 4. maja 2024 na spletnem naslovu <https://nastja.klevze.si/prispevek/705/toplotna-crpalke-je-dejansko-klimatska-naprava-ki-pozimi-ogreva-in-poleti-hladi-hiso>.

Labudović B. (2006). Priročnik za ogrevanje. Ljubljana: Energetika marketing.

Vukelič Ž. (2024) Načrtovanje vrtin pri izrabi geotermalne energije. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta.



Znanstveni članek

Geokemične in mineralne lastnosti tal na območju parka Tivoli

Minea Redek^{1*} & Nina Zupančič¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: mr7112@student.uni-lj.si,

Povzetek

Za ugotavljanje mineralne in geokemične sestave tal ter njihove morebitne onesnaženosti s potencialno strupenimi prvinami (PSP), smo v parku Tivoli odvzeli 10 vzorcev tal. Vzorce smo odvzeli na mestih, kjer pričakujemo večje onesnaženje (bližina cest in železnice) in tam, kjer naj onesnaženja ne bi bilo.

Geokemično sestavo vzorcev smo analizirali z XRF. Štirim vzorcem tal, ki so se najbolj razlikovali po kemični sestavi, smo z XRD določili mineralno sestavo. Vzorca z najbolj povečanimi vsebnostmi potencialno strupenih prvin smo pregledali pod SEM/EDS, da bi lahko opredelili možne nosilce PSP.

Ugotovili smo, da so nekateri deli parkovnih tal bolj obogateni s Cr, Cu, Mo, Ni in Pb. Največ povečanih vsebnosti najdemo v vzorcih TI-06 ter TI-07, ki sta locirana ob Celovski cesti in parkirišču ob njej. Mann-Whitney test je pokazal, da povečane vsebnosti vseeno niso vezane na lego ob večjih prometnicah oz. kjer smo predvidevali onesnaženje. XRD analiza je pokazala, da v tleh Tivolija prevladuje kremen, ki mu sledijo muskovit, klorit, dolomit, kalcit in albit. Vzorec TI-04, izstopa po mineralni sestavi, saj ima povečano količino dolomita, ki je glede na litološko ozadje posledica nasutja. S SEM/EDS analizo smo potrdili prisotnost enakih mineralov, kot jih je pokazala XRD, delcev, ki so nosilci PSP pa smo zaznali zelo malo.

Ključne besede: nizkoenergijske hiše, obnovljivi viri energije, geotermalne toplotne črpalke

1 Uvod

Cilj dela je primerjava geokemičnih in mineralnih lastnosti tal na različnih lokacijah v parku Tivoli. Želeli smo preveriti stanje tal in potencialno onesnaženje na delih parka, kjer se ta pričakuje (bližina ceste, železnice). Monitoring onesnaženja takšnih lokacij je še posebej pomemben, saj bi potencialno ogrozilo zdravje ljudi in ekosistem.

Park Tivoli je mestni park, ki se nahaja v središču glavnega mesta Ljubljane. Je največji mestni park v Sloveniji in je del krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib.

Sedimenti/kamnine območja spadajo v geokronološko enoto kvartarja. Po številnih podatkih iz vrtin vemo, da kamnine pripadajo najmlajšemu prodne-

mu zasipu Save, ki sestoji iz čistega peščenega proda. Prevladujejo prodniki apnenca, nekaj malega je trahitnih in peščenjakovih prodnikov (Žlebnik, 1971).

Zaradi svoje lege v središču mesta so tla na območju Tivolija podvržena večjim vplivom urbanizacije in industrije. Potemtakem na tla močno vpliva človek in takšna tla glede na Slovensko klasifikacijo tal (Vidic et al., 2015) uvrščamo v oddelek antropogenih tal.

2 Materiali in metode dela

Vzorčili smo na 10 različnih lokacijah (Slika 1) po celotnem parku, z namenom, da bi bili zajeti tako vplivi železnice, večjih prometnic, kot tisti deli, ki so

oddaljeni od prometne infrastrukture. Vzorci so bili odvzeti z ročno sondo do globine cca. 10 cm.

Vzorke smo analizirali z:

- Rentgensko fluorescenčno analizo (XRF),
- Elektronskim mikroskopom (SEM/EDS) in
- Rentgensko praškovno difrakcijsko analizo (XRD).

LOKACIJE ODVZETIH VZORCEV



Slika 1: Lokacije vzorčenja (vir: Google Earth, 2023)

Za ovrednotenje rezultatov smo podatke še statistično obdelali. Zaradi majhnega števila opazovanj smo uporabili neparametrične metode (Mann-W-hit test).

3 predstavitev rezultatov in razprava

3.1. Geokemična sestava

3.1.1. XRF analiza

Rezultati XRF analize (Tabela 1) so pokazali visoke (večinoma > 50%) vsebnosti SiO_2 . Sledijo Al_2O_3 (10 – 20%), Fe_2O_3 (2 – 5 %), CaO (0,4 – 7%), MgO (1 – 5 %), K_2O (1 – 3 %), TiO_2 (0,3 – 0,7 %) ter P_2O_5 (0,1 – 0,4 %).

Onesnaženost mestnih tal je opredeljena predvsem z vsebnostjo potencialno strupenih prvin (PSP) v tleh, na katere moramo biti pozorni, saj prekomerna količina lahko škoduje zdravju ljudi. Ugotavljanje onesnaženosti tal opravimo s primerjavo referenčnih ter potencialno onesnaženih lokacij. V Sloveniji je za monitoring potencialno strupenih prvin izdana Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uredba..., 1996).

Tabela 1: Vsebnosti glavnih oksidov v posameznih vzorcih

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	K_2O	TiO_2	P_2O_5
Vzorec	%	%	%	%	%	%	%	%
TI-01	54.67	15.31	3.31	3.03	4.85	1.63	0.54	0.23
TI-02	52.41	17.39	4.13	1.51	1.36	1.74	0.63	0.28
TI-03	52.22	13.77	3.16	2.75	4.55	1.57	0.46	0.29
TI-04	48.53	13.39	2.86	4.43	6.74	1.48	0.48	0.14
TI-05	59.36	18.70	4.47	1.65	1.17	1.76	0.65	0.16
TI-06	54.40	15.55	3.83	2.12	2.54	1.72	0.59	0.31
TI-07	51.46	12.37	3.44	2.94	6.06	1.47	0.36	0.29
TI-08	53.32	16.58	3.61	2.56	3.29	1.95	0.57	0.22
TI-09	58.55	20.77	3.90	1.07	0.48	2.40	0.70	0.19
TI-10	58.29	18.18	3.30	1.52	1.54	1.94	0.62	0.20
Povprečje	54.32	16.20	3.60	2.36	3.26	1.76	0.56	0.23
Minimum	48.53	12.37	2.86	1.07	0.48	1.47	0.36	0.14
Maksimum	59.36	20.77	4.47	4.43	6.74	2.40	0.70	0.31

Rezultate za arzen (As), krom (Cr), baker (Cu), molibden (Mo), nikelj (Ni), svinec (Pb) in cink (Zn) smo primerjali z normativnimi vrednostmi Slovenske uredbe (Uredba..., 1996). Izbrane prvine predstavljajo ene izmed glavnih urbanih elementov, njihovi rezultati pa so predstavljeni v Tabeli 2.

Največ preseženih mejnih in opozorilnih imisijskih vrednosti najdemo v vzorcih TI-06 (parkirišče ob Celovški cesti) ter TI-07 (ob Celovški cesti), kjer so presežene vrednosti Cr, Cu, Mo in Pb. Zanimiva je vsebnost Cu v vzorcu TI-07, saj je zelo visoka in izstopa glede na ostale vzorce. Obogatitve so najverjetneje vezane na promet. Izpostaviti je treba tudi vzorec TI-02, ki ima povišane vsebnosti PSP, kljub svoji legi v gozdičku. V vzorcih TI-01, TI-03 in TI-08 vsebnosti PSP ne presežejo imisijskih vrednosti (Uredba..., 1996). Kritične vrednosti (Uredba..., 1996) niso presežene v nobenem vzorcu.

3.1.2 Nosilci potencialno strupenih prvin

Z elektronskim mikroskopom (SEM/EDS) smo si pogledali vzorca TI-02 (v gozdičku) in TI-07 (ob Celovški cesti). Izbrana sta bila na podlagi najvišjih vsebnosti PSP.

Pri pregledu obeh vzorcev smo zaznali zelo malo delcev, ki so nosilci PSP. Večinoma so prisotni geogeni minerali, ki so značilni za tla in kjer prevladujeta prvini Ti ter Fe. V vzorcih je nekaj antropoge-

nih delcev oz. nosilcev PSP, ki so prepoznavni po skeletni rasti, igličastih in sferičnih oblikah.

3.1.3. Statistična obdelava geokemičnih podatkov

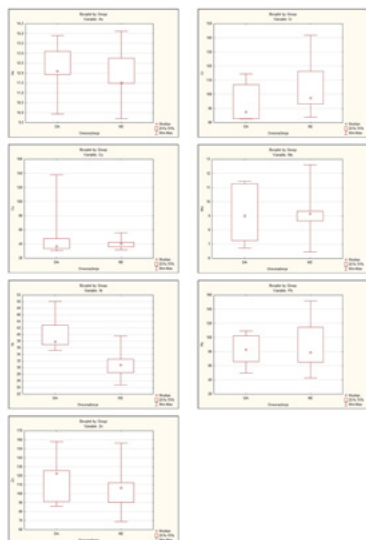
Z Mann-Whitney testom smo preverili ali so lokacije v parku Tivoli, ki so v bližini cest/železnice res bolj onesnažene, kot tiste v notranjosti parka. Vzorce smo razdelili v dve skupini glede na predvideno onesnaženje. Skupini smo pripisali oznako DA - je onesnaženo in NE - ni onesnaženo. V skupini DA so vzorci TI-01, TI-05, TI-06, TI-07 in TI-08 v skupini NE pa vzorci TI-02, TI-03, TI-04, TI-09 in TI-10.

Rezultati testa so pokazali, da ni statistično značilnih razlik v vsebnosti obravnavanih spremenljivk, kar pomeni, da je geokemična sestava obeh skupin zelo podobna. Rezultati kažejo, da ne moremo potrditi vpliva bližine ceste ali železnice, torej so vsebnosti PSP neodvisne od lokacije.

Na Sliki 2 so prikazani rezultati v obliki grafa škatla z brki (box and whisker diagram) za posamezne PSP.

Tabela 2: Vsebnosti potencialno strupenih prvin v posameznih vzorcih, kjer so z rumeno barvo označene presežene mejne vrednosti, z oranžno pa presežene opozorilne vrednosti (Uredba..., 1996).

	As	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn
Vzorec	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
TI-01	10	83	33	7	43	66	91
TI-02	14	93	56	13	40	152	156
TI-03	11	84	32	9	33	65	112
TI-04	10	142	36	6	31	42	69
TI-05	13	115	37	9	50	50	86
TI-06	12	107	47	11	38	102	158
TI-07	14	83	138	11	37	109	122
TI-08	12	87	30	7	35	83	126
TI-09	13	116	40	9	28	79	106
TI-10	12	97	42	9	25	114	90
Povprečje	12	101	49	9	36	86	112
Minimum	10	83	30	6	25	42	69
Maksimum	14	142	138	13	50	152	158



Slika 2: Primerjava PSP v vzorcih DA in vzorcih NE.

3.2 Mineralna sestava

3.2.1 XRD analiza

Z analizo XRD smo preučili 4 vzorce (TI-04, TI-05, TI-07 in TI-09). Vzorec TI-04 (na otroškem igrišču) se od ostalih razlikuje po visoki vsebnosti dolomita, nato pa mu po vrsti sledijo še kremen, muskovit/illit, minerali kloritove skupine ter kalcit. V vzorcih TI-05 (ob železnici), TI-07 (ob Celovski cesti) ter TI-09 (sredina travnika), ki so mineraloško gledano podobne sestave, je prevladujoč mineral kremen, prisotni so še muskovit, klorit, dolomit, kalcit in plagioklaz (albit), ki so vsi pogosti minerali v tleh.

Pri vzorcu TI-04 povečana vsebnost dolomita nakazuje na to, da so tla nasuta oziroma niso nastala na matični podlagi.

4 Zaključek

Na podlagi rezultatov v parku Tivoli lahko sklepamo, da je človeški vpliv pustil svoj pečat v tamkajšnje naravno okolje.

XRD in SEM/EDS analiza je pokazala, da v tleh v Tivoliju prevladuje kremen, ki mu sledijo muskovit/illit, minerali kloritove skupine, dolomit, kalcit in plagioklaz (albit). Izjema je TI-04, kjer opazimo povečano količino dolomita, ki je posledica nasutja.

Z XRF analizo smo pridobili podatke o obogatitvah s Cr, Cu, Mo, Ni in Pb na posameznih lokacijah. Najbolj obogateni s PSP sta lokaciji TI-06 ter TI-07,

ki ležita ob Celovski cesti, kjer je glavni vir obogatitve (Cr in Pb) promet. Kljub legi stran od prometne infrastrukture imamo v vzorcih TI-02 (gozdiček) in TI-10 (travniki sredi sprehajalnih poti) povečane vsebnosti Pb in Mo. Povišane vsebnosti PSP so posledica antropogenega vnosa.

Ob primerjavi lokacij kjer predvidevamo onesnaženje (lega ob večjih prometnicah) in lokacij kjer ga ne, Mann-Whitneyev test ni pokazal razlik, torej so vsebnosti PSP neodvisne od lokacije.

Zaključimo lahko, da tla v parku Tivoli niso onesnažena, kljub nekaterim povišanim vsebnostim PSP (Uredba..., 1996). Moramo upoštevati predvsem to, da so PSP v določenih količinah v samih tleh geogene in zato ne predstavljajo nevarnosti za zdravje ljudi in ekosisteme.

5 Viri

Google Earth [Online]. 2023. Najdeno 27. junija 2023 na spletnem naslovu <<https://earth.google.com/web/@46.05519381,14.49578506,303.91528962a,2361.42245391d,34.99093843y,0h,0t,0r>>.

Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh. Uradni list Republike Slovenije, 1996, let. 6, št. 68, str. 5774

VIDIC, N.J., PRUS, T., GRČMAN, H., ZUPAN, M., LISEC, A., KRALJ, T., VRŠČAJ, B., RUPREHT, J., ŠPORAR, M., SUHADOLC, M., MIHELIČ, R., LOBNIK, F. Tla Slovenije s pedološko karto v merilu 1 : 250 000. Ljubljana : Evropska komisija, Skupni raziskovalni center (JRC), 2015, 181 str.

ŽLEBNIK, L. Pleistocen Kranjskega, Sorškega in Ljubljanskega polja. Geologija, 1971, let. 14, št. 1, str. 5–51.



Znanstveni članek

Aplikacija SEMAFOR: združenje tradicionalnih učnih metod in sodobne tehnologije za trajnostno komunikacijo

Anja Sarjanović^{1*}

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: anja.sarjanovic.student@gmail.com

Povzetek

V raziskavi smo preučevali učinkovitost novo razvite mobilne aplikacije, imenovane Semafor, namenjene učenju semaforških znakov. Signalizacija s semaforjem, ki temelji na uporabi dogovorjenih znakov za prenos sporočil na daljše razdalje, je pomembna metoda komunikacije, ki se uporablja že stoletja. Danes jo predvsem uporabljajo v taborništvu in pomorstvu, kjer lahko sodobne elektronske naprave odpovedo ali so nepraktične.

Na učinkovitost učenja vplivajo številni dejavniki, med drugim pa tudi metode učenja, ki so pogosto manj privlačne in zmanjšujejo motivacijo za učenje. Razvoj aplikacije je tako odgovor na izzive tradicionalnega učenja semaforja, ki pogosto zahteva veliko potrpljenja, časa in vaje. Aplikacija je zasnovana za interaktivno in prilagodljivo učenje, kar omogoča uporabnikom, da se učijo v svojem tempu in na način, ki najbolje ustreza njihovim potrebam. Učenje temelji na konstantnem sprotnem informiranju, individualizaciji ter načelih kratkih korakov, saj vsebino razdeli na manjše, obvladljive dele.

Rezultati raziskave so pokazali, da aplikacija izboljša kakovost učenja signalizacije s semaforjem. Prednosti učenja s pomočjo aplikacije vključujejo njene interaktivne funkcije, ki omogočajo vizualno in praktično učenje. Kljub temu pa ima aplikacija še prostor za izboljšave, med drugim tudi možnost ustvarjanja personaliziranega učnega načrta, sledenja svojemu učenemu napredku ipd. Te izboljšave bi lahko še dodatno povečale učinkovitost aplikacije in uporabniško izkušnjo.

Ker signalizacija s semaforjem za izvajanje ne zahteva električne energije in zmanjšuje odvisnost od sodobnih tehnoloških infrastruktur, predstavlja trajnostno metodo komunikacije. V kriznih situacijah, kjer lahko sodobne tehnologije odpovedo, semafor nudi zanesljivo in preprosto rešitev za prenos sporočil. Tako aplikacija Semafor združuje konvencionalne učne metode s sodobno tehnologijo za doseganje trajnostnih ciljev.

Ključne besede: signalizacija, semafor, mobilna aplikacija, učenje

1 Uvod

V današnjem svetu, kjer je tehnologija v veliki meri odvisna od električne energije in modernih komunikacijskih omrežij, so starodavne metode signalizacije, kot je semafor, še vedno dragocene. Semaforška signalizacija, ki temelji na dogovorjenih znakih,

omogoča prenos informacij na dolge razdalje brez potrebe po električni energiji ali kompleksni infrastrukturi. Razvoj nove mobilne aplikacije Semafor ponuja sodoben način učenja te starodavne veščine, pri čemer uporabnikom omogoča interaktivno in prilagodljivo učenje.

2. Signalizacija s semaforскими zastavicami

2.1 Definicija in zgodovina signalizacije

Signaliziranje je oblika sporazumevanja z dogovorjenimi znaki na večje razdalje. Obstaja že stoletja – stari Egipčani so uporabljali zrcala, Indijanci v Severni Ameriki dimne signale, na Slovenskem pa so kresovi služili kot opozorila v času turških vpadov. Danes je semafor ena od osnovnih veščin, ki se jih taborniki navadno začnejo učiti med 12. in 14. letom starosti. Učenje zahteva veliko pozornosti in vaje, kar za mnoge predstavlja izziv. Pri semaforju so posamezne črke in številke določene s položajem obeh rok, pogosto pa se uporabljajo tudi zastavice za boljšo vizualno komunikacijo. Signalizacija poteka v paru, kjer ena oseba oddaja, druga pa sprejema signale. (Jogan & Pohleven, 2012)

2.2 Učenje signalizacije

Pomnjenje semaforских znakov je lahko dolgotrajen in zahteven proces. Na učinkovitost učenja vplivajo številni dejavniki, med drugim pa tudi metode učenja, ki so pogosto manj privlačne in zmanjšujejo motivacijo za učenje. Samostojno učenje je težko, saj potrebujemo osebo, ki preverja pravilnost oddanih signalov in nam pri učenju sprejemanja oddaja znake. Z razvojem naprednih tehnologij, kot so elektronske naprave, je mogoče izboljšati tradicionalne učne metode. (Syahlan et al., 2020)

2.3 Mobilna aplikacija Semafor

Aplikacija Semafor je učni pripomoček, ki je namenjen samostojnemu učenju signalizacije s semaforjem. Uporabnikom omogoča pridobivanje teoretičnega znanja, kot tudi izvajanje praktičnih vaj.

2.3.1 Zgradba aplikacije

2.3.1.1 Uvodna stran

Ob zagonu aplikacije se uporabnik znajde na uvodni strani (slika 1a), ki uporabnika povabi k izbiri med dvema možnostma, in sicer: »Sem začetnik« ter »Imam nekaj predznanja«. Če se uporabnik odloči za prvo možnost, ga aplikacija odpelje do nekaj teoretičnih osnov (kaj je semafor ter kako in kdaj ga uporabljamo) (slika 1b). V primeru izbire druge možnosti pa se uporabnik znajde na domači strani.

2.3.1.2 Domača stran

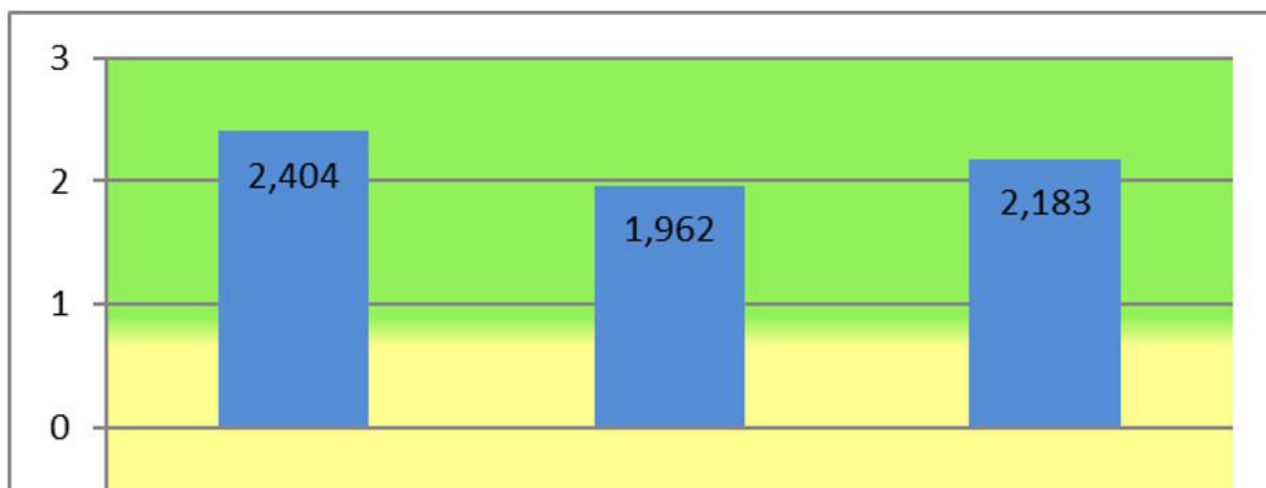
Na domači strani (slika 1c) uporabnik dostopa do glavnih funkcij aplikacije. Te so razdeljene v dve sekciji glede na to, ali omogočajo učenje oddajanja ali sprejemanja semaforских znakov.

V sekciji »Oddajanje« lahko tako uporabnik izbira med tremi funkcijami, pri čemer vse sledijo istemu principu: kamera na mobilnem telefonu s pomočjo računalniškega vida prepozna pozicijo rok oz. semaforский znak, ki ga je oddal uporabnik. Pred pričetkom posamezne igre se izpišejo tudi navodila za umerjanje (slika 1d).

- Funkcija »Učenje« – na zaslonu telefona se izpiše prepoznan znak semaforja.
- Funkcija »Vaja« – na zaslonu se prikaže izbrana črka angleške abecede. Naloga uporabnika je, da glede na dano črko, roke postavi v ustrezno pozicijo semaforja. Na zaslonu se nato izpiše, če se je uporabnik postavil v ustrezno pozicijo (v primeru nepravilne postavitve, se prikaže tudi rešitev).
- Funkcija »Izziv« – deluje na podoben način kot Vaja, vendar se pri tej igri odšteva tudi čas. Uporabnik mora tako postaviti roke v ustrezno pozicijo semaforja v danem času.

V sekciji Sprejemanje lahko uporabnik izbira med dvema funkcijama:

- Funkcija »Vaja« – na zaslonu se pokaže grafika osebe v posamezni poziciji semaforja (slika 1e). Naloga uporabnika je, da v okvirček vpiše ustrezno črko. Ob vpisu neustrezne črke, se na zaslonu izpiše pravilna rešitev. Igra se nato nadaljuje; na zaslonu se prikaže naslednja grafika. Ko se igra zaključi, se na zaslonu izpiše tudi statistika, ki vključuje: število pravilnih in napačnih odgovorov, skupen čas, ki ga je uporabnik potreboval za reševanje celotne naloge ter delež pravilnosti vnesenih odgovorov glede na posamezno črko (slika 1f).
- Funkcija »Izziv« – deluje na podoben način kot »Vaja«, vendar se pri tej igri odšteva tudi čas. Uporabnik mora tako v okvirček vpisati ustrezno črko v danem času. Ko se igra zaključi, se na zaslonu izpiše tudi statistika.



Slika 1: Posnetki zaslona iz aplikacije Semafor. Prikaz: domačega zaslona (a), teoretičnega uvoda ob izbiri gumba »Sem začetnik« (b), domače strani (c), navodila pri izbiri funkcije iz sekcije »Oddajanje« (d), primer naloge funkcije iz sekcije »Sprejemanje« (e), izpis statistike ob zaključku igre (f).

3 Metodologija

3.1 Opis vzorca raziskave

V raziskavi je sodelovalo 13 udeležencev, od katerih je bilo 7 ženskega in 6 moškega spola. Starost udeležencev je bila med 15 in 19 let.

3.2 Opis uporabljenih pripomočkov

V okviru raziskave so morali udeleženci izpolniti standardizirani vprašalnik UEQ (User Experience Questionnaire) in v njem oceniti uporabljen aplikacijo. Vprašalnik ocenjuje udeleženceve občutke, vtise in odnos do testirane aplikacije. Spodaj je predstavljena analiza rezultatov kratke različice vprašalnika UEQ, ki vsebuje 8 postavk.

3.3 Struktura UEQ

Krajšo različico UEQ sestavljata dve lestvici:

- pragmatična kakovost (4 postavke; postavke 11, 13, 20 in 21 iz celotnega UEQ); ta se nanaša na uporabnost in funkcionalnost izdelka.
- hedonska kakovost (4 postavke; postavke 6, 7, 10 in 15 iz celotnega UEQ); ta se nanaša na čustveni in estetski vidik uporabniške izkušnje.

Vrstni red postavk na vprašalniku je razporejen naključno, orientacija protipomenk pa je pri krajši različici UEQ vedno enaka (negativna postavka je vedno na levi, pozitivna pa na desni strani). Najprej so prikazane pragmatične postavke, nato sledijo hedonske.

4 Analiza podatkov in rezultati

Analiza podatkov, zbranih z UEQ vprašalnikom, je potekala v treh korakih. Najprej smo potrdili vrednost Cronbach Alpha, nato je sledilo ovrednotenje lestvic pragmatične in hedonske kakovosti in na koncu primerjava rezultatov s primerjalnim naborom podatkov.

4.1 Cronbach Alpha

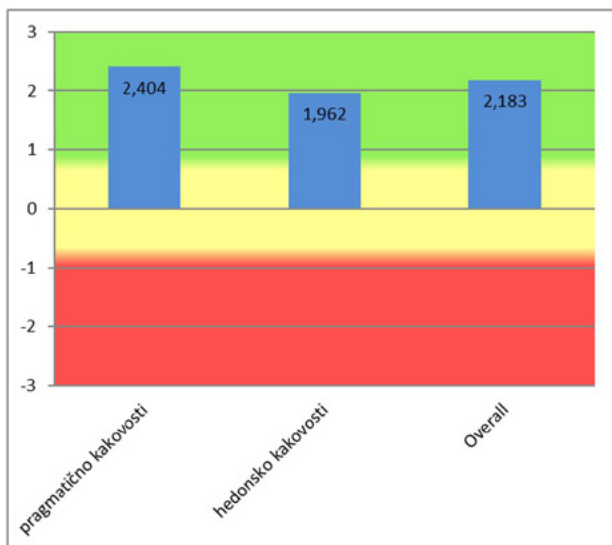
Prvi korak je potrditev Cronbach Alpha vrednosti (ali vse postavke merijo isto kakovost). Nekatera pravila navajajo, da morajo biti za potrditev vrednosti Cronbach Alpha večje od 0,6 ali 0,7. Nizke vrednosti se navadno pojavljajo, če večje število udeležencev napačno razume nekatere postavke v lestvici ali pa če določena lestvica ni tako relevantna za izdelek, ki ga ocenjujemo.

- Alpha za lestvico pragmatične kakovosti: 0,8
- Alpha za lestvico hedonske kakovosti: 0,6

Pri obeh lestvicah se je vrednost Cronbach Alpha pokazala za dovolj veliko, pri čemer je pri hedonski kakovosti nekoliko na meji. Potrebno je upoštevati, da je koeficient Cronbach Alpha precej občutljiv na velikost vzorca in je tako lahko njegova nizka vrednost posledica majhnosti vzorca in ne nakazuje nujno na težave s skladnostjo lestvice.

4.2 Ovrednotenje lestvic

V drugem koraku so lestvice ovrednotene od -3 (izjemno slabo) do +3 (izjemno dobro). Vrednosti med -0,8 in 0,8 predstavljajo nevtralno oceno posame-



Slika 2: Dosežene vrednosti za obe UEQ lestvici ter povprečna vrednost obeh skupaj

zne lestvice, vrednosti $>0,8$ predstavljajo pozitivno oceno, vrednosti $<-0,8$ pa negativno oceno. Rezultati, ki so prikazani na grafu 1, kažejo na zelo dobro oceno uporabniške izkušnje tako iz funkcionalnega (2,40) kot tudi iz estetskega vidika (1,96) (slika 2)

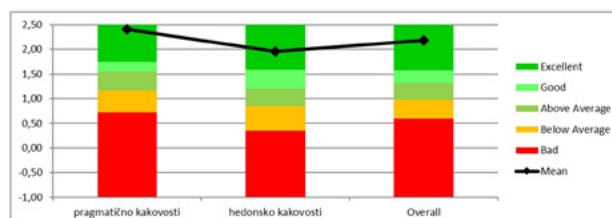
4.3 Primerjava s primerjalnim naborom podatkov

Da bi dobili boljši vpogled v kakovost izdelka in ugotovili, ali izdelek izpolnjuje splošna pričakovanja glede uporabniške izkušnje, je treba primerjati izmerjeno uporabniško izkušnjo izdelka z rezultati drugih uveljavljenih izdelkov, na primer iz primerjalnega nabora podatkov, ki vsebuje različne tipične izdelke. UEQ ponuja takšen primerjalni nabor, ki trenutno vsebuje podatke 452 ocen izdelkov z UEQ (s skupno 20190 udeleženci v vseh ocenah). Primerjalni nabor se posodablja enkrat letno, zato je bila za to raziskavo prenesena najnovejša različica Excel orodja s spletne strani www.ueq-online.org.

Primerjalni nabor razvršča izdelek v 5 kategorij (na lestvico):

- Odlično: V razponu najboljših 10 % rezultatov.
- Dobro: 10 % rezultatov v primerjalnem naboru je boljših, 75 % rezultatov pa slabših.
- Nadpovprečno: 25 % rezultatov v primerjalnem naboru je boljših od rezultata ocenjenega izdelka, 50 % rezultatov je slabših.

- Podpovprečno: 50 % rezultatov v primerjalnem naboru je boljših od rezultata ocenjenega izdelka, 25 % rezultatov pa slabših.
 - Slabo: V razponu 25 % najslabših rezultatov.
- Na sliki 3 je prikazana kakovost uporabniške izkušnje ocenjenega izdelka. Očitno je, da vse lestvice kažejo izjemno pozitivno oceno (v razponu 10 % najboljših rezultatov).



Slika 3: Kakovost uporabniške izkušnje aplikacije Semafor glede na graf UEQ primerjalnega nabora

4 Zaključek

Raziskava je pokazala, da mobilna aplikacija Semafor učinkovito podpira učenje signalizacije, saj omogoča uporabnikom bolj fleksibilno, interaktivno in motivacijsko privlačno izkušnjo. Kljub temu obstajajo možnosti za nadaljnje izboljšave, kot so personalizirani učni načrti in sledenje napredku, kar bi še dodatno izboljšalo uporabniško izkušnjo. Semafor signalizacija ne potrebuje električne energije in predstavlja trajnosten način komunikacije. V kriznih situacijah, ko sodobne tehnologije odpovejo, semafor omogoča preprosto in zanesljivo izmenjavo sporočil. Aplikacija Semafor povezuje tradicionalne metode učenja s sodobno tehnologijo, kar prispeva k doseganju trajnostnih ciljev.

5 Viri

JOGAN, J., & POHLEVEN, F. V naravo: priročnik z nasveti za gibanje, bivanje in prehranjevanje v naravi. Ljubljana: Zveza tabornikov Slovenije, nacionalna skavtska organizacija, 2012, 228 str.

KRISTANTO, D., SUTRISNO, S., SYAHLAN, Z., SYAIFI, M. Design of building condition learning models semaphore passwords by using Visual Studio programming. International Journal of ARSO, 2020. [dostopno na daljavo], vol. 11, no. 3. Najdeno 12. septembra 2024 na spletnem naslovu <https://www.researchgate.net/publication/352763977_DESIGN_OF_BUILDING_CONDITION_LEARNING_MODELS_SEMAPHORE_PASSWORDS_BY_USING_VISUAL_STUDIO_PROGRAMMING>.



Znanstveni članek

Izdelava interaktivnega Tesnièrejevega Lingvističnega atlasa za študij dvojine v slovenščini

Valentina Teršek^{1*}, Primož Weingerl¹, Mojca Schlamberger Brezar²,
Urška Stanković Elesini¹

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

² Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Aškerčeva cesta 2, Ljubljana

* Kontaktna oseba: vt33913@student.uni-lj.si

Povzetek

Lucien Tesnière je bil med leti 1920 in 1924 prvi lektor za francoski jezik na tedaj ustanovljeni Univerzi v Ljubljani. Leta 1925 je bila njegova doktorska disertacija o dvojini v slovenskem jeziku izdana v dveh knjigah, in sicer *Oblike dvojine v slovenščini* in *Lingvistični atlas za študij dvojine v slovenščini*. Leta 2022 je bil atlas preveden v slovenščino. Namen raziskave je digitalizirati Tesnièrejev lingvistični atlas za študij dvojine v slovenščini in izdelati njegovo interaktivno različico, ki bo v nasprotju s tiskano verzijo dostopna na svetovnem spletu ter bo tako omogočila enostavnejšo in uporabniku prijaznejšo dostopnost širšemu krogu uporabnikov. V okviru projekta, ki poteka v sodelovanju s Filozofsko fakulteto, je v izdelavi prototip interaktivnega lingvističnega atlasa z digitalizacijo lingvističnih kart. Za namene projekta smo izvedli pregled podobnih vizualnih rešitev, sledila je analiza bazena potencialnih uporabnikov, načrtovanje uporabniške izkušnje in oblikovanje uporabniškega vmesnika ter izdelava prototipa. Prototip bo namenjen testiranju uporabniške izkušnje in izdelavi končnega produkta, tj. interaktivnega lingvističnega atlasa za študij dvojine v slovenščini, ki bo uporaben v šolah in na fakultetah, pa tudi med širšo zainteresirano strokovno in laično javnostjo ter bo pomembno prispeval k ohranjanju kulturno-jezikovne dediščine.

Ključne besede: digitalizacija, interaktivnost, lingvistični atlas, uporabniška izkušnja, uporabniški vmesnik

1 Uvod

Lucien Tesnière, francoski lingvist, je med leti 1920 in 1924 zbiral gradivo za doktorsko disertacijo o dvojini v slovenskem jeziku, pri čemer je informacije o jezikovnih oblikah vnašal na geografske karte. S svojim pionirskim delom na področju lingvistične geografije za slovenščino je ovekovečil pojav dvojine v slovenščini ter njeno izginjanje ali ohranjanje po posameznih govorih. Tesnièrejeva doktorska disertacija, izdana leta 1925 v dveh knjigah (*Oblike dvojine v slovenščini* in *Lingvistični atlas za študij dvojine v slovenščini*), predstavlja dragoceno dediščino, saj vključuje primere govorov, ki jih je Tesnière opisal na podlagi zapiskov na terenu, pa tudi vse druge tedaj v knjigah opisane primere rabe dvojine, ki so bili dostopni v knjigah in zapiskih. Leta 2022 je bil atlas preveden v slovenščino (Tesnière, 2022). Digitaliza-

cija Lingvističnega atlasa za študij dvojine v slovenščini bo pomenila lažjo dostopnost in širšo možnost dostopanja do podatkov za uporabnike iz navedenih ciljnih skupin.

V slovenskem prostoru že obstaja primer lingvističnega interaktivnega atlasa, to je Interaktivni atlas slovenskih narečij, zapisan v XML in povezan z različnimi podatkovnimi zbirkami (ZRC SAZU, 2024). Je nadgradnja prvega zvezka Slovenskega lingvističnega atlasa (SLA) s podatkovno zbirko, ki je bil izdan leta 2011 in omogoča interaktiven prikaz jezikovnega gradiva v prostoru (Škofic, 2013). Oba izhajata iz Slovenskega lingvističnega atlasa (SLA), ki od leta 2001 temelji na digitaliziranih kartah z uporabo računalniških orodij in geografskih informacijskih sistemov (GIS) (Škofic, 2016). Podoben projekt je bil leta 2018 izveden v Franciji z zvočnim

atlasom regionalnih jezikov Francije (Mareüil et al., 2018).

Digitalizacija predstavlja tehnični postopek, ki transformira analogni signal v digitalno obliko oz. v binarne številke. Temelji na uporabi digitalnih tehnologij v širšem obsegu, vključno z individualnim, organizacijskim in družbenim kontekstom (Legner et al., 2017). Pomembno vlogo pri digitaliziranih interaktivnih izdelkih igra uporabniška izkušnja (UX), ki se poleg uporabnosti osredotoča tudi na afekte, občutke in čustva (Nakamura et al., 2021).

2 Metodologija

Izdelavo delujočega interaktivnega prototipa smo izvedli po naslednjih korakih:

- Zasnova in analiza – zbiranje podatkov in določitev obsega in načina digitalizacije. Pregledana je bila tiskana verzija lingvističnega atlasa in izbranih 65 zemljevidov za vektorizacijo v Adobe Illustratorju (Adobe Inc.). Pregledane so bile obstoječe rešitve vizualizacij informacij. Sledila je analiza mnenj uporabnikov (ciljna skupina zajema študente na Naravoslovnotehniški fakulteti (NTF) in Filozofski fakulteti (FF) ter učitelje) z vnaprej izdelanimi vprašalniki, izvedli smo tudi dodatne intervjuje. Na podlagi rezultatov so bile kreirane konceptualne rešitve, nato pa je bila izdelana informacijska arhitektura, idejna zasnova za trenutno delovanje in vodilo za bodoče usmeritve.
- Načrtovanje uporabniške izkušnje – izdelava mrežnih diagramov oz. skeletov v programu Figma. Najprej smo naredili grobe oz. manj podrobne (ang. Low Fidelity) skelete in nato še bolj podrobne (ang. High Fidelity) z uporabo Material Design sistema, ki ima komponente za vsestransko rabo. Nadalje smo načrtovali interaktivnosti med atlasom in uporabnikom.
- Oblikovanje uporabniškega vmesnika – oblikovanje grafičnih elementov v programu Adobe Illustrator, izbira tipografije (zaradi posebnosti, ki jih ima slovenščina v zapisu besed, se je izbrala pisava iz istoimenskega vnašalnega sistema, ki ga je na SAZU razvil Peter Weiss – ZRCola), oblikovanje ikonografije ter izdelava in obdelava slikovnih predlog v programu Adobe Illustrator (poravnava slik skeniranih zemljevidov ter prebris v vektorsko obliko SVG. V programu Figma (Figma Inc.) so se nato oblikovale posamezne komponente, kot je npr. iskalno polje s spustnim seznamom, posamezne strani za velikost zaslona 1728×1117 px ter povezave med različnimi deli zaslonov in komponentami.

3 Rezultati

V sklopu analize uporabnikov smo izvedli intervjuje z bodočimi uporabniki, da bi izvedeli, katere funkcionalnosti in tehnične lastnosti si želijo v interaktivnem atlasu. V intervjujih je sodelovalo 14 intervjuvancev, in sicer 7 študentov z NTF ter 3 študenti in 4 učitelji s FF. V preglednici 1 so zbrane predlagane funkcionalnosti ter tehnične zahteve bodočih uporabnikov interaktivnega atlasa.

Preglednica 1: Funkcionalnosti in tehnične zahteve interaktivnega atlasa

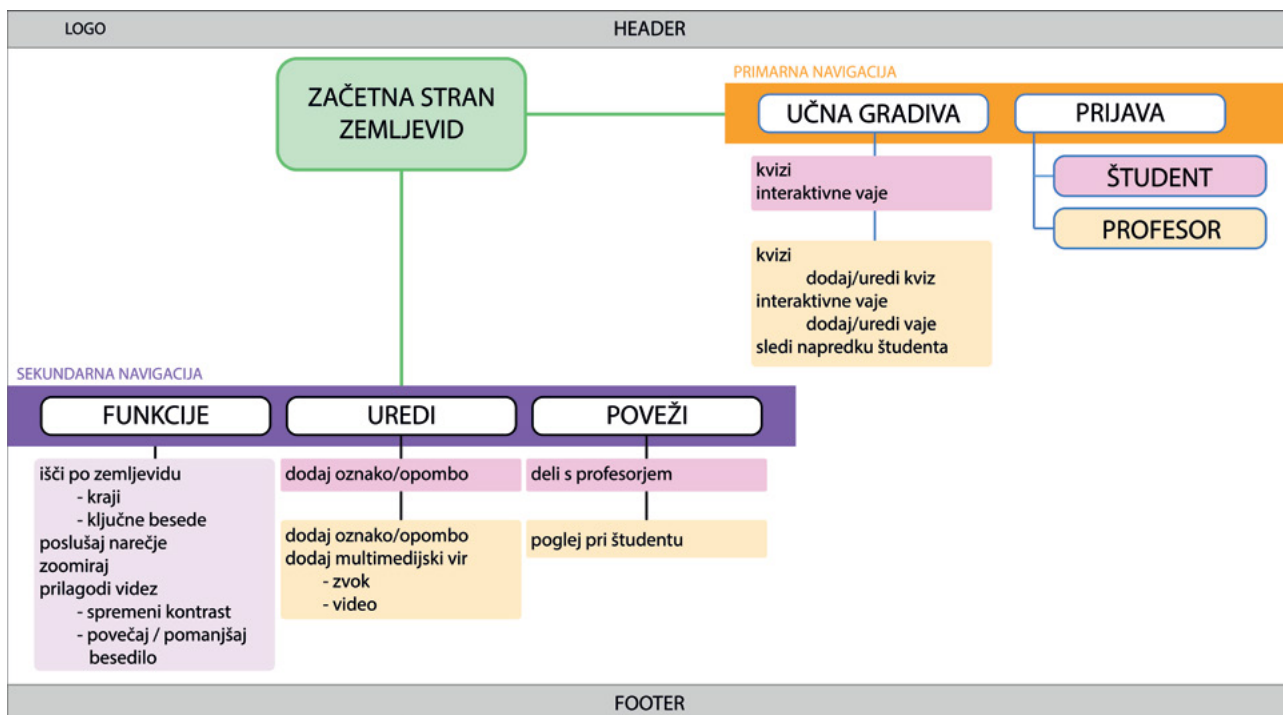
Uporabniki	Primarna navigacija	Sekundarna navigacija
PREDLAGANE FUNKCIONALNOSTI		
Študenti	• Jasen in privlačen vmesnik, • možnost zumiranja, • klikanje na regije in kraje za podrobnejše informacije, • iskalnik po ključnih besedah.	• Dodajanje oznak in opomb, • brskanje po zgodovini iskanja, • avdio in video posnetki, • kvizi, • personalizacija izgleda, • povezava s profesorjem • združljivost s pametnimi napravami, • enostavno deljenje vsebin.
Učitelji	• Preglednost, vendar ne preveč barv.	• Napredna interaktivna orodja, • možnost prilagajanja vsebine, • podpora za sodelovalne metode, • vključevanje multimedijских vsebin, • enostavno deljenje vsebin, • orodja za sledenje napredku študentov, • fonetični in zvočni zapisi, • možnost poslušanja narečij.

TEHNIČNE ZAHTEVE		
Študenti	- Jasen, privlačen uporabniški vmesnik in enostaven za navigacijo; vsebuje iskalno vrstico in možnost preklapljanja med različnimi vrstami zemljevidov, - možnost zumiranja, klikanja na določene regije.	- Možnost dodajanja oznak, opomb in risb na zemljevid, vključevanje audio in video posnetkov, kvizi in interaktivne vaje, - združljivost s pametnimi telefoni in tablicami, - multimedijski viri (video, audio), - možnost prilagoditve izgleda in funkcionalnosti (barve, zapiski, avatarji), povezava z učitelji za povratne informacije, - kvizi za preverjanje znanja, - interaktivne vaje.
Učitelji		- Napredna interaktivnost, - možnost prilagajanja vsebine, - orodja za sledenje napredku, - podpora za sodelovalno učenje, - vključevanje multimedijskih virov.

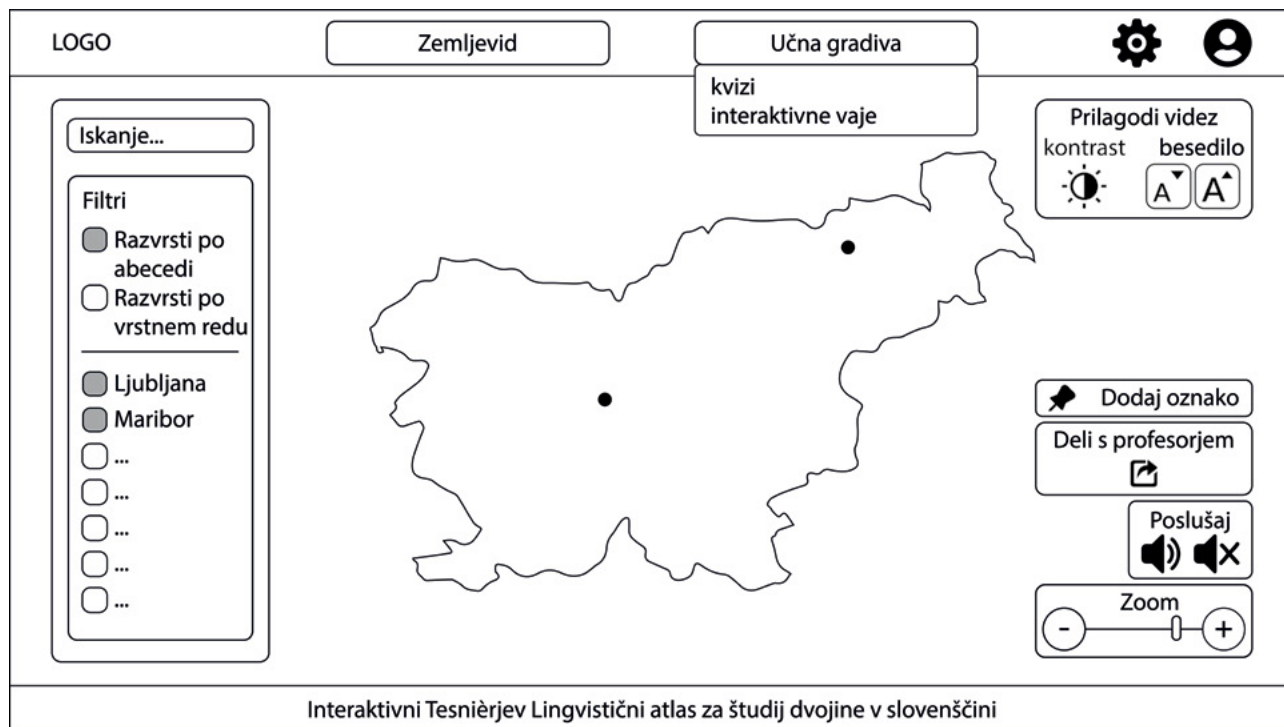
Po analizi uporabnikov, smo z upoštevanjem želja izdelali informacijsko arhitekturo s primarno in sekundarno navigacijo (slika 1). Za lažjo predstavitev smo si izdelali ogrodje začetne spletne strani, ki ima glavo, osrednji del in nogo. V primarno navigacijo, ki se nahaja v glavi, smo dodali gumba Učna gradiva in Prijava. Glede na status uporabnika se prikaže določen spustni meni s potrebno vsebino. Tako bo študent dostopal do vsebin za študij, profesor pa do vsebin za učni proces. V sekundarno navigacijo, ki leži v osrednjem delu, smo dodali funkcije, ki jih lahko skrijemo znotraj gumbov za boljšo uporabniško izkušnjo kot je npr. povečava.

Sledilo je načrtovanje uporabniškega vmesnika. V primarno navigacijo smo, kot že omenjeno, dodali gumb Učna gradiva in Prijava, v sekundarno pa funkcije, kot je seznam besed in krajev, prilagoditev videza, poslušanje zvoka ter povečava (slika 2). Ker snemanje zvoka ni naš cilj, smo to funkcijo v nadaljevanju izdelave prototipa izpustili.

Pri izdelavi uporabniškega vmesnika smo se najdlje zadržali pri obdelavi slikovnih predlog v Adobe Photoshopu (Adobe Inc.), saj so bile skenirane karte ukrivljene zaradi skeniranja originala iz leta 1925. Na sliki 3 (levo) je prikazan primer poravnave z uporabo funkcije Warp na eni izmed skeniranih kart, pod katero se nahaja slika poravnane skenirane



Slika 1: Zasnova informacijske arhitekture

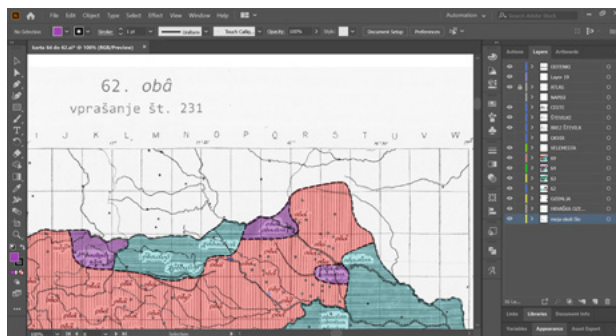
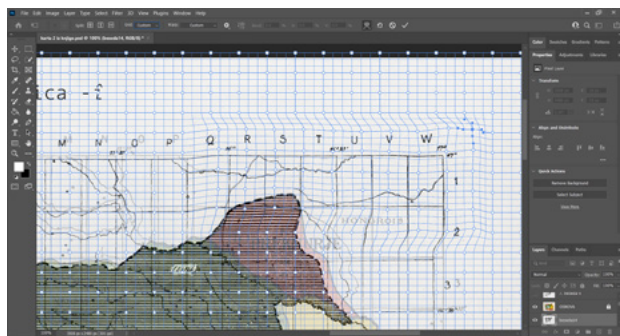


Slika 2: Načrt uporabniškega vmesnika s primarno in sekundarno navigacijo

ne karte s pravilno pravokotno mrežo. Poravnane skenirane karte smo prenesli v Adobe Illustrator. Na risalno površino smo umestili skenirano karto in nato v ločene plasti risali elemente oz. oblike, ki predstavljajo celino, otoke, državne meje, ceste, kraje, gorovja, hribovja in vodovja (slika 3 desno).

4 Zaključek

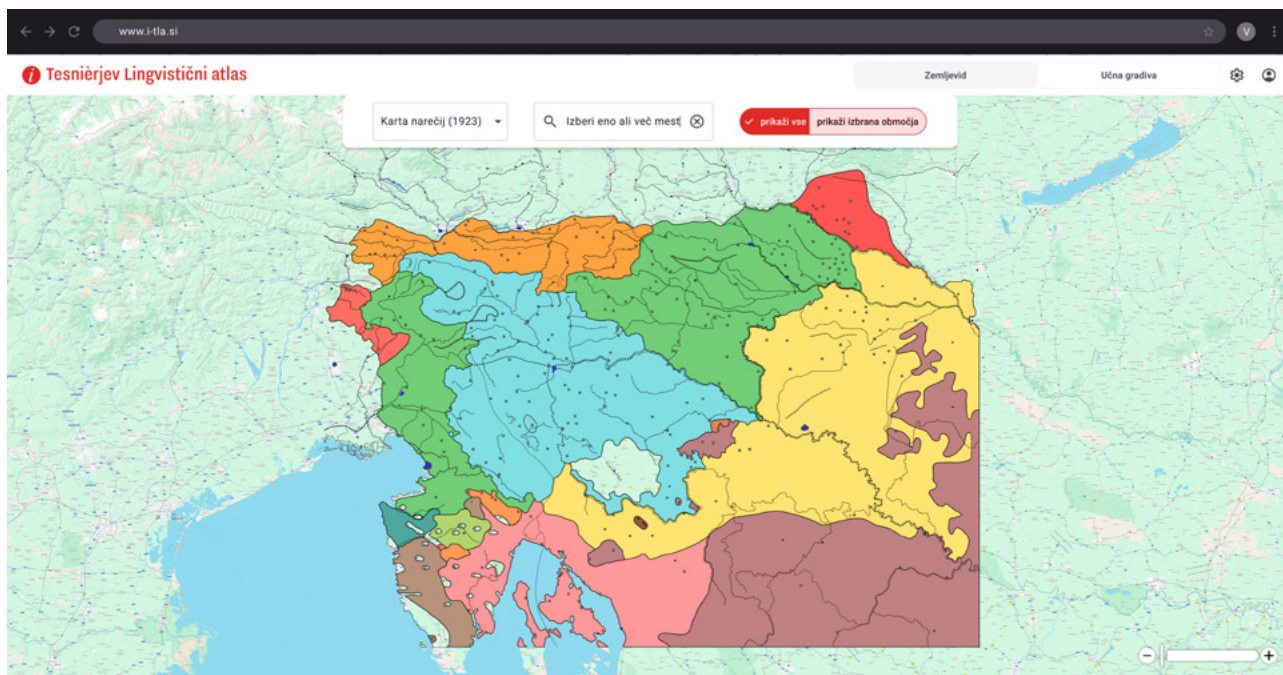
Izdelava interaktivnega lingvističnega atlasa z digitalizacijo lingvističnih kart poteka skladno z načrtom. Na poti se srečujemo z različnimi izzivi (npr. poravnava skeniranih kart in risanje vektorjev, različne tehnične zahteve, iskanje ustreznega načina



Slika 3: Posnetek zaslona funkcije Warp z mrežo v velikosti 40×40 (levo) in z vidnimi plastmi in elementi (desno) navigacijo

Po vektorizaciji kart smo nadaljevali z izdelavo prototipa v programu Figma. Izdelali smo več zaslonov, na katere smo namestili komponente in sestavne dele spletnega atlasa, ki smo jih v zavijku Prototip povezali med seboj ter jim določili lastnosti animacije. Na sliki 4 je prikazana prva karta z vsemi komponentami.

vzpostavitve interaktivnosti kart ipd.), ki proces sicer nekoliko upočasnjujejo, a z ustrezno organizacijo in tehnično podporo projekt počasi peljemo proti končnemu prototipu. Zavedamo se, da ima dobra interaktivna vizualna komunikacija pomembno vlogo pri odkrivanju lingvističnih značilnosti slovenščine ter da takšen način komunikacije pomaga profe-



Slika 4: Prototip s prvo karto narečij izdelana v programu Figma

sorjem bolje predstaviti in študentom lažje razumeti jezikovna pravila in strukture slovenščine, predvsem pa spremembe s pomočjo kart vizualizirati v slovenskem prostoru. Zato stremimo k čimbolj funkcionalnemu delujočemu prototipu, ki bo temelj za izdelavo interaktivnega Tesnièrejevega atlasa za študij dvojine v slovenščini.

5 Viri

I Interaction Design Foundation - IxDF. (2016, June 2). What is Interaction Design (IxD)?. Najdeno 14. februarja 2024 na spletnem naslovu <https://www.interaction-design.org/literature/topics/interaction-design>.

Legner, C., Eymann, T., Hess, T., Matt, C., Böhm, T., Drews, P., Mädche, A., Urbach, N., & Ahlemann, F. (2017). Digitalization: opportunity and challenge for the business and information systems engineering community. *Business & Information Systems Engineering*, 59(4), 301–308. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0484-2>.

Mareüil, P.B., Rilliard, A., & Vernier, F. (2018). A Speaking Atlas of the Regional Languages of France. *International Conference on Language Resources and Evaluation*.

Nakamura, W. T., Ahmed, I., Redmiles, D., Oliveira, E., Fernandes, D., De Oliveira, E. H. T., & Conte, T. (2021). Are UX Evaluation Methods Providing the Same Big Picture? *Sensors*, 21(10), 3480. <https://doi.org/10.3390/s21103480>.

Škofic, J. (2013). Priprava interaktivnega Slovenskega lingvističnega atlasa. *Jezikoslovni zapiski*, letnik 19, številka 2, str. 95–111. Najdeno 19. februarja 2024 na spletnem naslovu <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-IVD37NMI>.

Škofic, J. (2016) Predstavitev SLA. Najdeno 19. februarja 2024 na spletnem naslovu https://sla.zrc-sazu.si/eSLA/Uvod_predstavitevSLA_JS.html.

Tesnière, L. (2022). *Lingvistični atlas za študij dvojine v slovenščini* (1. izd., str. 136). Založba Univerze v Ljubljani. <https://doi.org/10.4312/9789617128406>.

ZRC SAZU. (2023). *i-SLA – Interactive Atlas of Slovenian Dialects*. Najdeno 19. februarja 2024 na spletnem naslovu <https://isjfr.zrc-sazu.si/sl/programi-in-projekti/i-sla-interaktivni-atlas-slovenskih-narecij>.



Znanstveni članek

Ozaveščanje publike z oblikovanjem: kaj se dogaja z mojim domom?

Nika Udovič^{1*}

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: nika.udovic33@gmail.com

Povzetek

Ideja za projektom temelji na naravnih katastrofah po Sloveniji v zadnjih letih. Posebno zanimanje je bilo dano intenzivnemu deževju in poplavam v letu 2023. Za primerjavo, v 2022 smo v Sloveniji doživeli eno izmed najbolj vročih poletij v dolgem času.

Namen je bil vzbuditi publiko in jim bolje predstaviti zaskrbljujoče spremembe v naših okoljih. Želeni učinek projekta bi bila boljša izobrazba ljudi o podnebnih spremembah in o globalnem segrevanju ter o načinih, s katerimi lahko posameznik spodbudi svojo lokalno skupnost k ukrepanju.

Prvi korak pri izvedbi projekta je bila kratka raziskava o zastavljeni tematiki in raziskava osebnih izkušenj ljudi, na kakršen koli način vpletenih v omenjene dogodke. Sledilo je določanje ustrezne ciljne skupine projekta, primerne jezika izražanja in ciljev projekta. Učinek prvih oblikovalskih idej je bil testiran s prototipi plakatov in skicami na manjši skupini ljudi. Tako se je določila ustreznost sporočila in vizualne podobe.

Končna izvedba projekta je dobila obliko kampanje s serijo plakatov in objav na družbenih omrežjih z vprašanjem o življenjskih pogojih v prihodnosti. Z uporabo pripovedništva, zabavnih 3D ilustracij in dobro vidnega napisa je bil v opazovalcu namen vzbuditi čustva nemira in interesa. Na izdelkih je bila dodana QR koda, ki uporabniku priskrbi dodatne informacije o dotični problematiki. Izdelan je bil komplet nalepk.

Ključne besede: naravne katastrofe, podnebne spremembe, globalno segrevanje, aktivizem, skrb za okolje

1 Uvod

Kot ozadje projektu so bili izbrani dogodki, ki so se dogajali po Sloveniji v nedavnih letih na področju vremena, in kontrastna nasprotja med njimi. V letu 2022 so velik del države zavzeli požari, pomoč h gašenju je prihajala iz vseh strani Slovenije in sosednjih držav. V obalnih območjih je bilo veliko pomanjkanje pitne vode.

V nasprotju s tem so v letu 2023 državo zajeli močni nalivi. Poplavljeni sta bili dve tretjini Slovenije in poleg uničene infrastrukture je ogromno ljudi izgubilo svoje domove – evakuiranih je bilo več kot 8.000 posameznikov. Pomembno vlogo pri pomoči

prizadetim in odpravljanju posledic poplav so imela predvsem prostovoljna in poklicna gasilska društva; njihovih enot je bilo skupaj aktiviranih preko 470, kasneje se jim je pridružila tudi mednarodna pomoč. Dnevno je pri odpravljanju posledic poplav pomagalo povprečno kar 8.000 prostovoljcev (gov.si, 2024).

2 Teoretični osnova

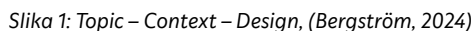
2.1 Klimatske spremembe

Klimatske spremembe so dolgoročne spremembe povprečnih podnebnih vzorcev, ki vplivajo na lokalno, regionalno in globalno podnebje (NASA, 2024).

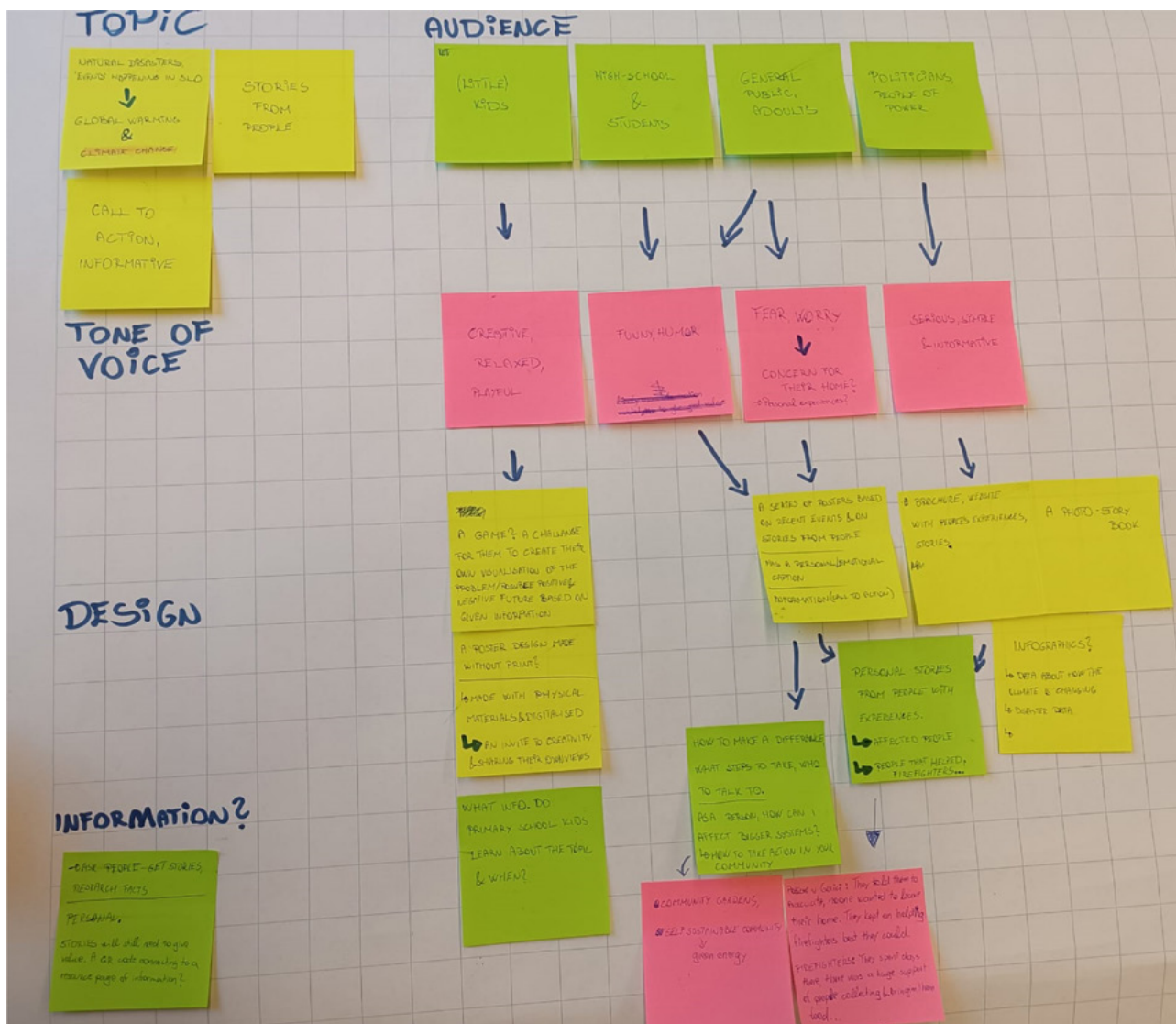
2.2 Globalno segrevanje

3 Eksperimentalni del in metodologija

Raziskava osebnih izkušenj in občutkov ljudi, vpletenih v naravne nesreče (oškodovanih in prostovoljcev), je bila izvedena s pisnim in ustnim vprašalnikom. Anketiranci so izrazili občutke strahu, nemoči, nezaupanja v uradne službe in predpise ter skrbi do prostovoljcev, lastnikov kmetij, vseh, ki so izgubili domove in prihodke. Najpogostejši obliki pomoči sta bili donacije in prostovoljno delo po poplavih. Poudarili so pomen upoštevanja varnostnih predpisov, hitrega obveščanja in odziva ter izobraževanja o naravnih nesrečah. Večina vprašanih že zaznava netipične spremembe vremena in naravnega okolja okoli sebe. V družbi bi si želeli videti več materialov, ki spodbujajo hitro ukrepanje, prikazujejo in primerjajo dejanske podatke o temperaturah, vremenu ter vplivu posameznikov in industrije na podnebne spremembe, primere posledic preteklih katastrof ipd.



Točna vsebina projekta je bila definirana na podlagi dobljenih odgovorov, tehnike viharjenja možganov (angl. brainstorming) in s pomočjo modela Topic – Context – Design, pripravljenega s strani prof. Jenny Bergström (slika 1). S slednjim je bila tematika opredeljena v različnih kontekstih, za katere je bil določen primeren vizualni jezik oblikovanja. Z brainstormingom smo temo še dodatno razgradili in razvijali nove poglede in ideje oblikovanja. Celoten postopek je prikazan na sliki 2. Na podlagi vprašalnika je bil določen namen projekta: spodbuditi javnost k ukrepanju. Ciljna skupina se osredotoča na povprečnega zaposlenega odraslega. Vizualni jezik naj bi vzbudil strah in skrb za njihov dom. Vzbuditi bi želeli aktivnost posameznikov v svoji lokalni skupnosti (kot prostovoljci, soustvarjalci okolju prijaznih načinov življenja). Kot produkt je bila določena serija treh plakatov z digitalnimi ilustracijami ekstremnega okolja in domov, kratkim pozivom k ukrepa-



Slika 2: Viharjenje možganov v smeri definicije teme in načina izražanja

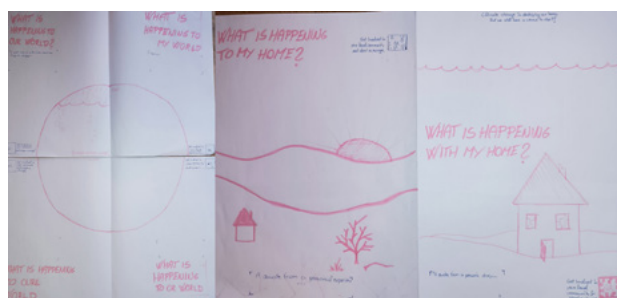
nju in QR kodo za dodatne informacije o podnebnih spremembah.

Čeprav so odgovori iz vprašalnika predlagali objektivno prikazovanje dejanskih podatkov, smo se sami odločili za metaforičen jezik. Menili smo, da bo ta pristop bolje pritegnil pozornost mimoidočih in spodbudil razmišljanje, saj se malo ljudi ustavi za branje podrobnih informacij na licu mesta.

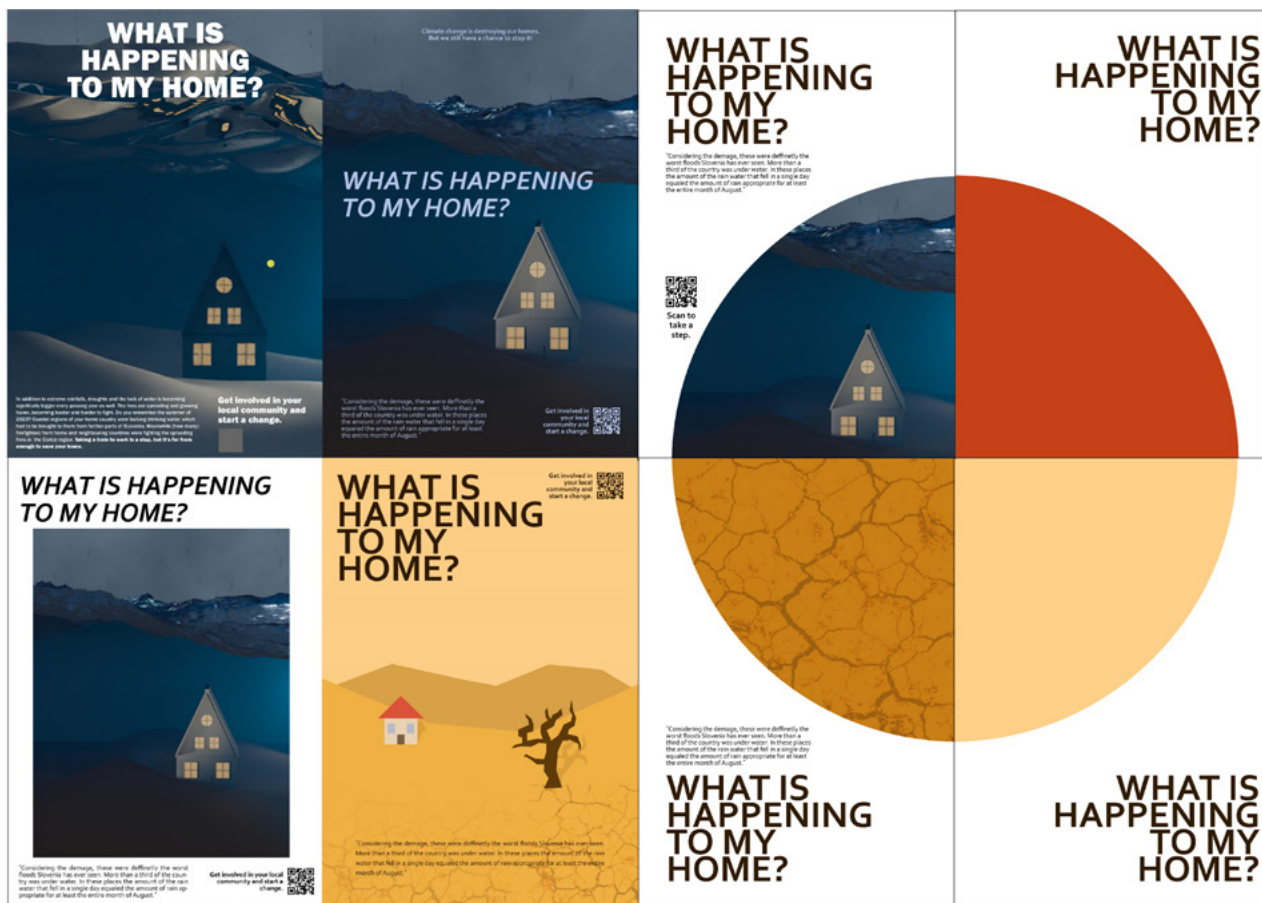
3.3 Prototipiranje in testiranje

Prototipirati se je začelo s skiciranjem različnih idej. Zanimalo nas je, kako bi plakati delovali na gledalca kar se da osebno, kako bi mimoidočega s plakatom ustavili, kaj bo v osebi vzbudilo razmišljanje in kaj bo plakat pravzaprav komuniciral s svetom. Izbra-

ne zasnove (slika 3 in slika 4) smo s pogovorom testirali na skupini 8 ljudi z znanjem o oblikovanju in s poznavanjem ciljev projekta. Pomembno je bilo, da se gledalec še ni izgubil v prekomernih detajlih oblikovanja



Slika 3: Skice plakatov



Slika 4: Hitri koncepti plakatov v barvah

3.4 Povzetek rezultatov testiranja

Plakati naj skupaj tvorijo zgodbo, a še vedno delujejo ločeno. QR koda naj bo bolj opazna ali vključena v zgodbo. Prilagoditev kompozicije, naj sama hiša bolj pritegne pozornost. Hiša deluje varno in mirno, ne poda prave zgodbe, ne prikaže tragedije. Tipografija naj bo bolj izrazita, da poudari šok in strah. Dvomi glede medija predstavitve – morda bi bila digitalna oblika bolj primerna za tematiko. Predlagano je bilo tudi prikazovanje večjega uničenja in procesa, ki vodi do njega, da bi spodbudili razmišljanje o prihodnosti sveta.

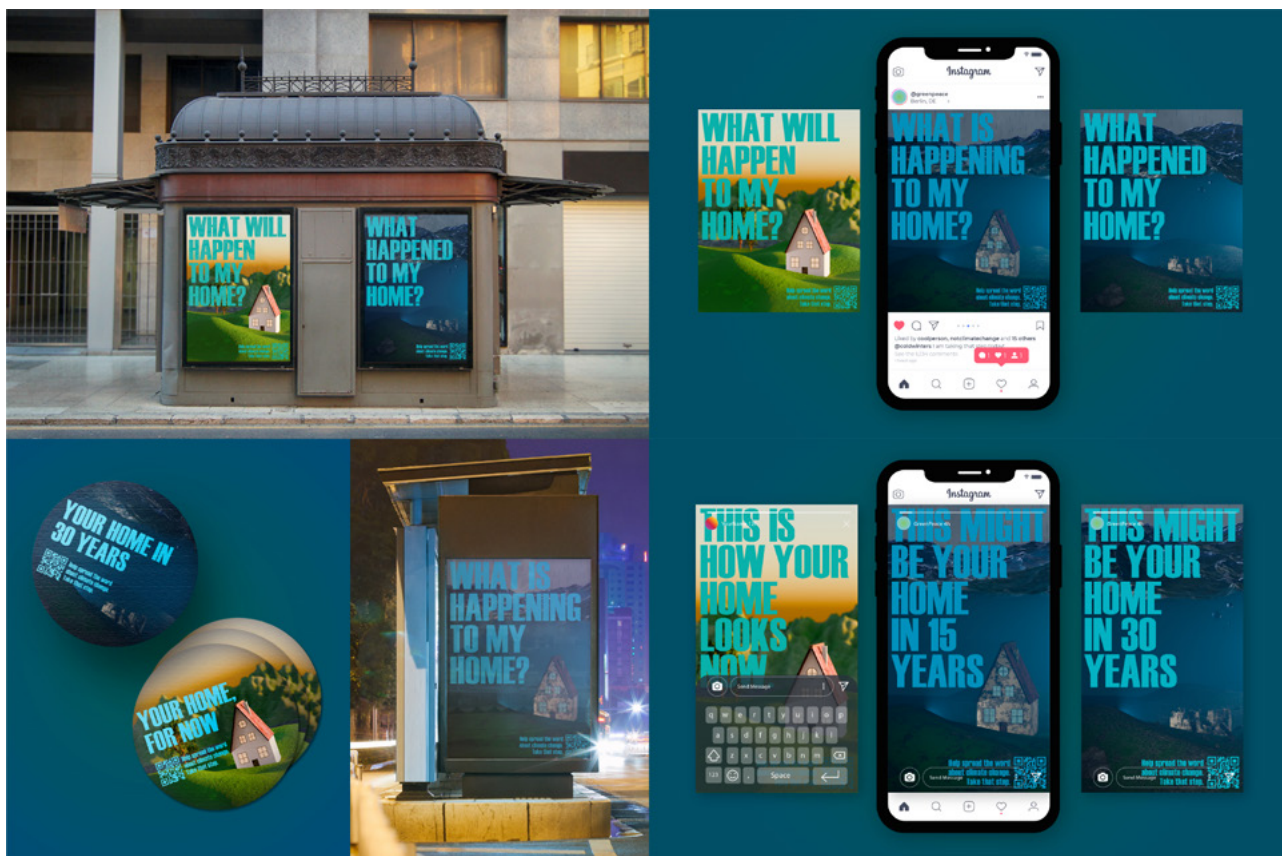
4 Rezultati

Končni projekt (slika 5) ima obliko kampanje s serijo plakatov, prilagojenih v interaktivne in animirane vsebine na digitalnih zaslonih po mestu ter serije objav na družbenih omrežjih, ki se sprašujejo o življenjskih pogojih v prihodnosti. Vse vsebine vsebujejo QR kodo, ki vodi do dodatnih informacij o klimatskih spremembah. Izdelan je bil še komplet

nalepk, kot nekaj, kar gledalec vzame domov in nanje ne pozabi takoj – torej nekaj, mimo česar se ne da samo sprehoditi ali 'poskrolati'.

5 Zaključek

Projekt se zaključi s kampanjo, zasnovano za ozaveščanje o podnebnih spremembah, ki uporablja plakate, digitalne vsebine in družbena omrežja. Namen je bil čustveno pritegniti javnost z izpostavitvijo možnih prihodnjih življenjskih pogojev skozi vizualno močne podobe in spodbuditi ljudi k ukrepanju. Projekt želi spodbuditi okoljski aktivizem, s poudarkom na individualni odgovornosti in kolektivnem ukrepanju pri reševanju okoljskih težav.



Slika 5: Končni projekt

Možne nadgradnje projekta vključujejo razširitev interaktivnih elementov na spletnih platformah. Te bi lahko vključevale izobraževalne delavnice za spodbuditev aktivne udeležbe v skupnosti, ali interaktivne vsebine na družbenih omrežjih, kjer bi uporabniki lahko delili ideje za ukrepanje. Vključili bi tudi sodelovanje z lokalnimi organizacijami za okoljsko ozaveščanje.

6 Viri

Bergström, J. (2023). Topic – Context – Design. Berlin: HMKW.

National Aeronautics and Space Administration. (2024). What Is Climate Change. Najdeno 17. septembra 2024 na spletnem naslovu <https://science.nasa.gov/climate-change/what-is-climate-change/>.

The World Bank Group. (2021). What is Climate Change. Najdeno 17. septembra 2024 na spletnem naslovu <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/overview>.

Urad Vlade Republike Slovenije za komuniciranje, gov.si. (2024). Poplave 2023: Po letu dni. Najdeno 17. septembra 2024 na spletnem naslovu <https://www.gov.si/novice/2024-08-02-poplave-2023-po-le-tu-dni/>.



Znanstveni članek

Vpliv magnetnega staranja na lastnosti neorientirane elektropločevine

Matej Zupančič¹ & Boštjan Markoli¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: matej.zupancic@ntf.uni-lj.si

Povzetek

Namen prispevka je preučiti vpliv magnetnega staranja na izbrane lastnosti neorientiranih elektropločevin. Te so hladno valjani polizdelki iz zlitin Fe – Si in Fe – Si – Al, pogosto uporabljeni v električnih rotirajočih strojih, generatorjih in elektromotorjih.

Vzorci treh različnih kvalitete elektropločevine so vsebovali različne koncentracije ogljika in bili starani pri štirih različnih pogojih 12 oziroma 24 ur. Vzorci so bili metalografsko pripravljeni in pregledani s svetlobnim mikroskopom.

Vpliv magnetnega staranja na vzorce je bil opazovan s pomočjo meritev trdote po Vickersu in specifičnih magnetnih izgub z Epsteinovim aparatom. Ugotovljeno je bilo, da so trdote vzorcev med staranjem padale, specifične izgube pa ves čas naraščale. Oba pojava sta bila povečana z izločanjem ogljika v oblikah ϵ -karbida in cementita.

Dokazana je bila prisotnost cementita v mikrostrukturah tudi pred staranjem; njegovo izločanje je potekalo med ohlajanjem s temperature rekristalizacije. Med staranjem se je njegova koncentracija povečevala.

Med vzorci, staranimi pri različnih pogojih, ni bilo velikih razlik v spremembah specifičnih izgub ali trdot, kar omogoča dobro predvidevanje lastnosti materiala tudi pri staranju pri nižjih temperaturah kot po standardu. Zaradi velikega števila vzorcev, ki se v industriji starajo na tak način, bi bilo tako z nestandardnim staranjem možno prihraniti veliko energije in omogočiti bolj trajnostno uporabo virov energije.

Ključne besede: Elektropločevina, magnetno staranje, magnetne izgube, trdota, mikrostruktura

1 Uvod

Elektropločevine so mehkomagnetni materiali, uporabljeni predvsem za pridobivanje in pretvorbo električne energije (Jenko et al., 1996). Osnovo takšnih pločevin predstavljajo zlitine Fe – Si; vanje je pogosto dodan tudi aluminij (Kofol, 2016). Najpomembnejša nečistoča v elektropločevinah je ogljik, saj izrazito slabša njihove magnetne lastnosti, ker med magnetenjem ovira gibanje in prevračanje magnetnih domen (Engdahl, 2022). Posebej veliko

oviranje gibanja domen povzročata izločeni ogljikovi fazi ϵ -karbid in cementit.

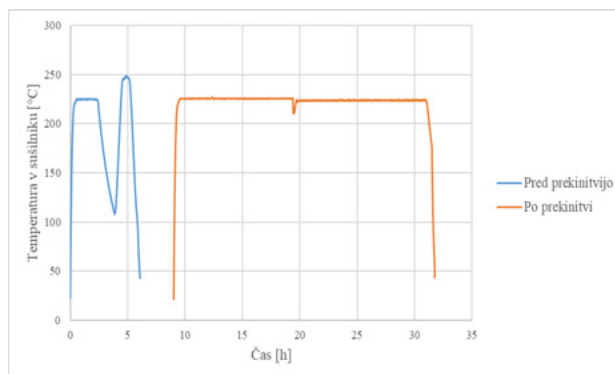
Realne elektropločevine so po hladnem valjanju razogljčene in rekristalizacijsko žarjene, pri čemer so segrete na temperature med 1000 in 1050 °C (Kofol, 2016). S teh temperatur so zvezno ohlajane, zaradi česar postane ferit prenasičen z ogljikom (Kveder et al., 1972). Pri daljšem zadrževanju materiala pri temperaturah nad 150 °C zato prihaja do izločanja ϵ -karbida in cementita, kar spreminja tako magnetne lastnosti kot tudi trdoto materiala (Kofol,

2016). Opisano zadrževanje se imenuje magnetno staranje in pomembno določa lastnosti elektroplöčevin, saj so te med svojo uporabo v elektrotehniških strojih in napravah podvržene povišanim temperaturam delovanja (Kofol, 2016).

Standard SIST EN 10106:2016 zato predpisuje, da morajo biti odjemalcu podani podatki specifičnih (magnetnih) izgub, merjenih na Epsteinovem aparatu po 24 h trajajočem staranju pri 225 °C (Slovenski standard, 2016). Standardno magnetno staranje je tako potrebno izvesti za izrezane vzorce iz vsakega traku, zaradi česar je poraba energije za takšna staranja precejšnja. Eden od glavnih ciljev raziskave je bilo odkriti, ali je z nižjimi temperaturami staranja možno dobiti primerljive vrednosti specifičnih izgub in drugih lastnosti (trdote in mikrostrukture) z dobljenimi po standardnem staranju. Postavljena hipoteza je, da se bodo omenjene lastnosti pri različnih temperaturah staranja med seboj bistveno razlikovale.

2 Eksperimentalno delo

V raziskavi so bili preiskovani vzorci gotove neorientirane elektroplöčevine kvalitete EV12, EV18 in EV22AL1. Prva dve sta zlitini Fe – Si z 1,2 oziroma 1,8 mas. % Si, tretja pa poleg 2,2 mas. % Si vsebuje tudi 1,0 mas. % Al. Za vsako kvaliteto je bilo iz štirih plošč elektroplöčevine odrezanih 17 vzorcev v obliki preizkušancev za meritve specifičnih izgub z Epsteinovim aparatom: debelina preiskovanih vzorcev je bila $(0,5 \pm 0,03)$ mm, dolžina $(305 \pm 0,5)$ mm in širina $(30 \pm 0,2)$ mm. Plošče, iz katerih so bili izrezani vzorci, so bile namerno izbrane tako, da je bila v njih raznolika porazdelitev ogljika, kot prikazuje Tabela 1.



Slika 1. Spreminjanje temperature s časom pri staranju 225 °C s prekinitvijo.

Izmed 17 vzorcev iz vsake plošče je bil eden uporabljen za metalografski obris, ostalim šestnajstim pa so bile pomerjene specifične izgube pred staranjem. Izmed teh vzorcev je bila polovica vzorcev starih 12 h in druga polovica 24 h pri enem od štirih pogojev: pri konstantnih temperaturah 100 °C, 150 °C in 225 °C ter pri staranju pri 225 °C s prekinitvijo. Spreminjanje temperature s časom pri zadnjih pogojih prikazuje Slika 1. Izbor pogojev staranja za posamezne skupine vzorcev je zapisan v Tabeli 1.; za vsako kvaliteto je bila ena skupina vzorcev stara na pri enih pogojih.

Staranim vzorcem so bile ponovno izmerjene specifične izgube z Epsteinovim aparatom, kot že pred staranjem pri frekvenci 50 Hz in maksimalni gostoti magnetnega polja v materialu 1,5 T. Iz vseh vzorcev po 12 h in 24 h trajajočih staranjih so bili pripravljani metalografski obrusi, vsi jedkani z 2 % nitalom. Mikrostrukture obrusov so bile analizirane na svetlobnem mikroskopu.

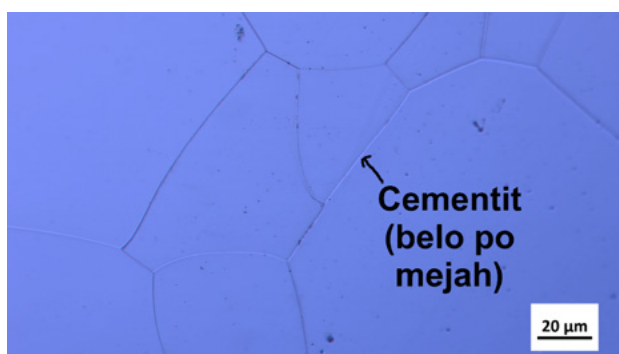
Tabela 1. Izbrani vzorci.

Številka skupine vzorcev	Kvaliteta elektroplöčevine	Masni delež ogljika po razogljčenju $[\cdot 10^{-6}]$	Pogoji magnetnega staranja
2	EV12	23	225 °C s prekinitvijo
3		47	100 °C
4		16	150 °C
13		24	225 °C brez prekinitve
5	EV18	27	100 °C
6		43	150 °C
8		27	225 °C s prekinitvijo
14		18	225 °C brez prekinitve
9	EV22AL1	40	100 °C
10		15	150 °C
11		44	225 °C s prekinitvijo
15		44	225 °C brez prekinitve

Na obrusih vseh skupin vzorcev, pred in po staranju, so bile izvedene meritve trdote po Vickersu HV 5. Na vsakem obrusu so bile izvedene tri meritve in izračunano povprečje.

3 Rezultati in diskusija

Na fotografijah mikrostruktur, posnetih s svetlobnim mikroskopom, so bila vidna predvsem feritna zrna, v vseh vzorcih pa je bil po mejah viden tudi izločeni cementit, prikazan na Sliki 2. Prisotnost cementita že pred staranjem kaže, da se je izločal že med ohlajanjem s temperature rekristalizacijskega žarjenja. Ob daljšem času staranja je njegov delež v vseh vzorcih naraščal – hkrati se je odebelil in izločal po novih mejah.

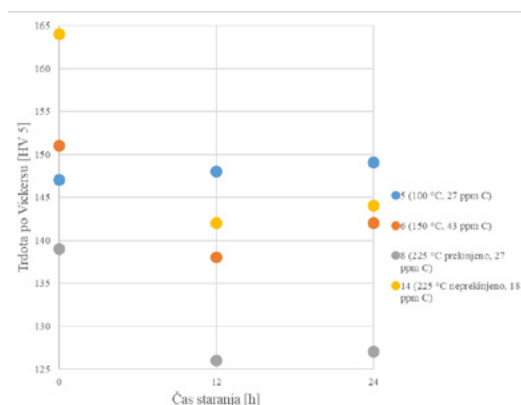


Slika 2. Fotografija izločenega cementita.

Med različnimi kvalitetami elektropločevine ni bilo zaznati opaznih razlik v količini izločenega cementita med staranjem. Delež izločenega cementita pa je bil nekoliko višji pri višjih temperaturah.

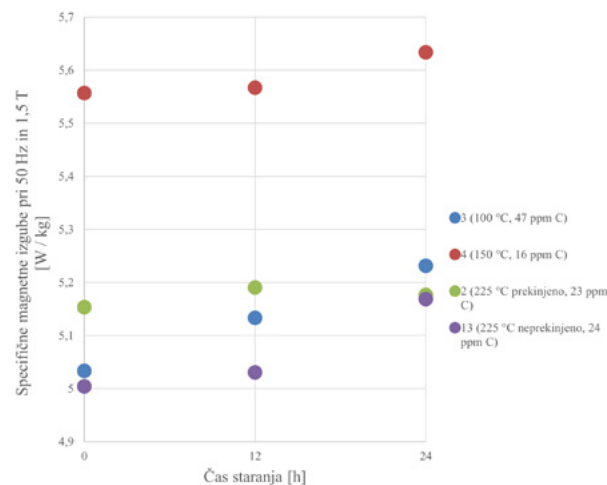
Trdota večine preiskovanih vzorcev se je po 12 in 24 h trajajočem staranju znižala, čemur je prispevalo ogrobljanje izločenih ϵ -karbidov, manjše intersticijsko utrjevanje ferita zaradi izločanja ogljika in večanje količine izločenega cementita, kar je manjšalo izločevalno utrjevanje zaradi manjšanja števila ϵ -karbidov. Tipične rezultate spreminjanja trdote prikazuje Slika 3.

Specifične izgube so se po 12 h magnetnega staranja povečale, po 24 h pa še bolj. Prvo povečanje je posledica izločanja ϵ -karbidov in cementita, drugo pa zmanjšanja števila in deleža ϵ -karbidov v feritu, ker je ogljik difundiral in se izločal na cementitu.



Slika 3. Spreminjanje trdot po Vickersu nekaterih vzorcev s časom staranja.

Med vzorci, staranimi pri različnih pogojih, ni bilo velikih razlik v spreminjanju specifičnih izgub s staranjem, kot prikazuje Slika 4.; to drži tako za primerjavo med različnimi temperaturami staranja kot tudi med prekinjenim in neprekinjenim standardnim staranjem. Vzrok za majhne razlike med rezultati kljub različnim temperaturam je verjetno v cementitu, izločenem po mejah že med ohlajanjem s temperature rekristalizacijskega žarjenja. Posledično za njegovo nukleacijo ni bilo potrebno v sistem dovesti ustrezne aktivacijske energije; ker je cementit tudi termodinamsko stabilnejša faza od ϵ -karbida, se bo ogljik tudi pri nižjih temperaturah, ko je difuzija ogljika sicer počasnejša, izločal v cementitni fazi.



Slika 4. Spreminjanje specifičnih izgub nekaterih vzorcev s časom staranja.

4 Zaključek

Hipoteza, podana v uvodu, je v veliki meri zavrnjena. Kot zapisno že v povzetku, med lastnostmi vzorcev, staranih pri različnih pogojih, ni bilo velikih razlik v trdotah ali specifičnih izgubah. Delno je k temu pripomogel cementit po mejah, ki se je izločal že med ohlajanjem s temperature rekristalizacijskega žarjenja.

Opisana odsotnost razlik med lastnostmi ima lahko velik praktični pomen, saj bi bilo z nižjimi temperaturami staranja za meritve specifičnih izgub možno prihraniti veliko energije. S tem bi bila proizvodnja elektropločevin lahko finančno in okoljsko bolj smotrna.

5 Zahvala

Avtorja bi se rada zahvalila podjetju SIJ Acroni, d. o. o., za vzorce in dovoljenje za uporabo njihove raziskovalne opreme.

6 Viri

Engdahl, G. Handbook of Electrical Steel. Singapur : World Scientific, 2022, 792 str.

Jenko M., Vodopivec F. in Marinšek F. Površinsko aktivirana rast zrn v neorientiranih elektro pločevinah. Kovine, zlitine, tehnologije, 1996, let. 30, str. 431–438.

Kofol, A. Magnetno staranje neorientiranih elektropločevin : magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, 2016. Najdeno 19. septembra 2024 na spletnem naslovu <<https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=87698&lang=slv>>.

Kveder, A. (ur.). Metalurški priročnik. Ljubljana : Tehniška založba Slovenije, 1972, 1471 str.

Slovenski standard SIST EN 10106:2016. Ljubljana : Slovenski inštitut za standardizacijo, 2016, 23 str.



Strokovni članek

3D tiskan nakit kot kovinski odtis zgodovine roga

Izabel Čebokelj^{1*}, Kaja Čufer¹, Sara Šmid¹ & Tatjana Rijavec¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: izabel.cebokelj@gmail.com

Povzetek

Vsak kos nakita je oblikovno navdahnjen s preteklostjo nekdanje tovarne Rog, kjer zgodovinski okvir seže do leta 1951, obdobja, ko je še delovala tovarna koles in pisalnih strojev. Inspiracija za oblikovanje nakita se je črpala iz industrijskih oblik sedežev, koles, okvirjev za pony kolesa, prtljažnikov, verig, tipk pisalnih strojev ipd. Oblikovna zasnova je bila tako prevedena v skice za različne prstane, ovratnice, broške, zapestnice in uhane. Izdelane tehnične skice pa so bile s pomočjo digitalnega programa za 3D oblikovanje Blender, zmodelirani v 3D modele, pripravljene za 3D tisk. S pomočjo tehnologije 3D tiska in kovinskega praškastega materiala smo zmodeliran nakit tudi natisnili. S tem pa se ni oživljala le zgodovina Roga, temveč tudi raziskovanje uporabe sodobnih naprednih tehnologij. (Jaklič, 2014)

3D tiskanje nakita predstavlja spremembo v oblikovanju in izdelavi nakita. Ta tehnologija omogoča izjemno natančnost, prilagodljivost in inovativnost, kar ustvarja neomejene možnosti za oblikovanje. Poleg teh ustvarjalnih prednosti pa 3D tiskanje prinaša tudi pomembne trajnostne koristi, ki so ključne za sodobno industrijo nakita. Zmanjšuje odpadke, saj lahko uporabljamo materiale, ki so trajnostni. 3D tisk pogosto omogoča uporabo recikliranih kovin in bioplastike, kar zmanjšuje potrebo po novih virih. Zahteva tudi manj energije v primerjavi s tradicionalnimi metodami. Omogoča lokalno proizvodnjo, kar zmanjšuje ogljični odtis.

3D tisk nam je omogočil, da so naši kosi lahko personalizirani, unikatni, eksperimentalni in so omejene serije, kar pomeni, da je lahko posamezen kos natisnjen po naročilu.

Ključne besede: 3D tisk, nakit, tovarna Rog, trajnost, digitalno oblikovanje

1 Uvod

Razvoj sodobnih tehnologij je močno spremenil številne industrije, vključno z industrijo oblikovanja in izdelave nakita. Zahteve trga so novejši in zanimivejši izdelki, zato je ena izmed najpomembnejših novosti na tem področju tehnologija 3D tiska, ki nudi popolnoma nove pristope k oblikovanju in proizvodnji. Gre za tehnologijo, ki omogoča izjemno natančno in prilagodljivo izdelavo, obenem pa prinaša tudi številne trajnostne koristi, ki so ključne za sodobno industrijo. Ena izmed bistvenih prednosti 3D tehnologije je ta, da se skozi celoten proces izdelave izdelka uporablja računalnik, z izjemo končne faze, kjer gre za ročno obdelavo, kot je npr.

brušenje. Zaradi tega je število korakov v proizvodnji znatno zmanjšano, saj se v procesu uporablja minimalno količino potrebnih obdelovalnih strojev in orodij. Ta prednost je prav tako pomembna iz trajnostnega vidika, saj se tudi v primeru množične izdelave zmanjša odpadki neizkoriščenih surovin.

V tem članku raziskujemo vpliv zgodovinskih elementov tovarne Rog s pomočjo tehnologije 3D tiskanja. Tovarna Rog je bila nekdanje pomembno industrijsko središče Ljubljane, kjer so proizvajali kolesa, pisalne stroje in druge industrijske izdelke. Danes njena zapuščina služi kot vir navdiha za sodobno umetnost in oblikovanje.

2 Metodologija

Proces ustvarjanja nakita v tej raziskavi je potekal v več fazah. Raziskale smo industrijsko dediščino tovarne Rog in jo uporabile kot oblikovni navdih za sodobne kose nakita. V prvi fazi so bile opravljene podrobne raziskave zgodovine tovarne in njenih produktov. Osredotočile smo se na industrijske oblike, kot so kolesa (Slika 2), sedeži, okvirji za pony kolesa, verige in pisalni stroji, ter na njihovo estetsko in funkcionalno vrednost kot tudi na njihov logotip. Ti elementi so bili nato vizualno interpretirani v obliki začetnih skic nakita (Slika 1). (Zgodovina tovarne Rog, 2024).

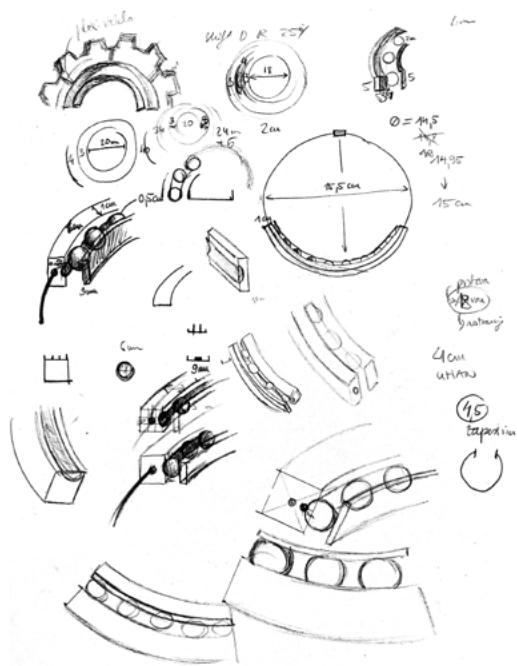
Naslednja faza je vključevala prehod iz ročnih skic v digitalne modele. Potrebno je bilo generirati digitalni 3D-model, za katerega smo uporabile program Blender (Slika 3), ki je namenjen 3D-modeliranju in omogoča natančno ustvarjanje tridimenzionalnih oblik. Sledilo je pretvarjanje Blender modela v enega izmed standardnih izhodnih formatov, ki se imenuje .stl. Omogoča odčitavanje podatkov v 3D-tiskalni napravi.

V končni fazi so bili renderji prstanov, ogrlic, brošk, zapestnic in uhanov pretvorjeni v digitalne modele, prilagojene tisku. Modeli so bili izdelani v natančnih

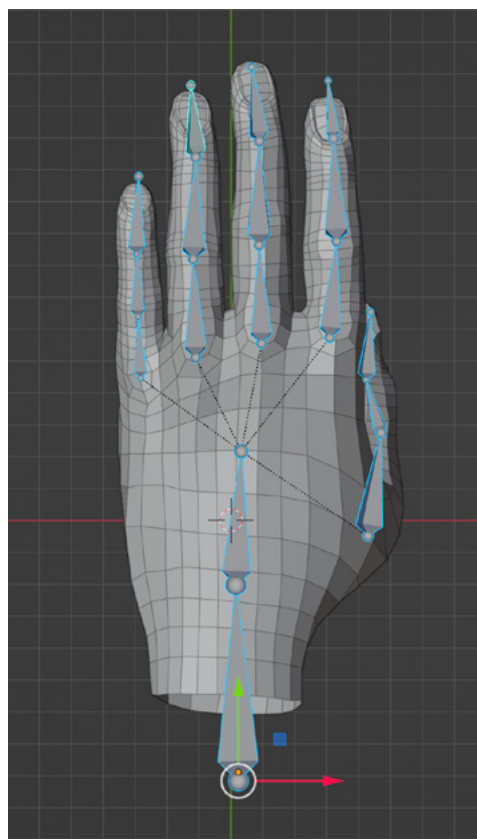
merah, kar je omogočilo nemoten prehod v izdelavo. Posebno pozornost smo namenile izbiri materialov, kjer smo se odločile za uporabo kovinskega praška. Gre za tehnologijo, pri kateri se kovinski praškasti material meša z vezivom, kot sta vosek ali polipropilen, da se iz njiju ustvari filamentno navitje s katerim se tiska. (Muck, 2015)



Slika 2: Tovarna Rog koles, februar 1986. (avtor: Janez Bogataj, hrani: muzej novejšje zgodovine Slovenije)



Slika 1: Začetne skice (avtorica: Izabel)



Slika 3: Prikaz 3D modela nakita v urejevalnem načinu Blenderja (avtorica: Kaja Čufer)

3 Rezultati

Izvedba raziskave in tisk nakita sta pokazali, da je možno zgodovinske industrijske elemente tovarne Rog uspešno prenesti v sodoben nakit. Vsak kos nakita, ustvarjen s pomočjo tehnologije 3D tiskanja, nosi s sabo unikatno zgodbo industrijske preteklosti. Prstani, ogrlice, broške, zapestnice in uhani so bili oblikovani tako, da predstavljajo elemente tovarne Rog (Slika 4).

3D tiskanje se je izkazalo za izjemno učinkovito orodje, ki omogoča ne le natančno izdelavo, temveč tudi eksperimentiranje z oblikami in materiali. Z uporabo kovinskega praškastega materiala so nastali trpežni in estetsko dovršeni kosi nakita. Poleg estetske vrednosti pa 3D tiskanje prinaša tudi številne okoljske prednosti. Uporaba recikliranih kovin in zmanjšanje uporabe prototipnih materialov kot je plastika sta le dve izmed ključnih prednosti, ki jih prinaša ta tehnologija.

Poleg tega je bila tehnologija 3D tiskanja ključna pri omogočanju lokalne proizvodnje, kar prispeva k zmanjšanju ogljičnega odtisa. Namesto da bi bili kosi izdelani v velikih industrijskih obratih, je 3D tisk omogočil majhne serije po naročilu, kar ne samo da zmanjšuje porabo virov, temveč tudi povečuje unikatnost nakita.



Slika 4: Končni 3D tiskani izdelki (avtor fotografij: Uroš Batič)

4 Zaključek

V procesu ustvarjanja nakita z uporabo 3D tiskanja smo uspešno združile preteklost in prihodnost. Inspiracija iz zgodovine tovarne Rog je bila prenesena v sodobne unikatne kose nakita, ki ne le estetsko oživljajo industrijsko dediščino, temveč prinašajo tudi trajnostne koristi za prihodnost oblikovanja.

Tehnologija 3D tiskanja se je izkazala kot izjemno inovativna in trajnostna metoda proizvodnje nakita, saj omogoča natančno in prilagodljivo oblikovanje, hkrati pa zmanjšuje negativne vplive na okolje. Poleg tega omogoča personalizacijo in izdelavo omejenih serij, kar ustvarja edinstvene in ekskluzivne kose, ki so prilagojeni glede na potrebe.

Projekt prikazuje, da združitev zgodovine in napredne tehnologije predstavlja nove možnosti v prihodnosti oblikovanja nakita.

5 Viri

Jaklič, M. (2014). Adijo, tovarna: Tovarna Rog je cvetela v drugačnih časih. Najdeno 2. oktobra 2024 na spletnem naslovu:

<https://old.delo.si/adijo-tovarna/adijo-tovarna-tovarna-rog-je-cvetela-v-drugacnih-casih.html>.

Muck, T. & Križanovskij, I. (2015). 3D-Tisk (str. 44) Ljubljana: Pasadena.

Zgodovina tovarne Rog. Najdeno 3. oktobra 2024 na spletnem naslovu:

<https://center-rog.si/zgodovina-ropa/>.



Strokovni članek

Ročno delo v trajnostni kolekciji oblačil ženska kot povod kaosa

Zarja Černe^{1*}, Elena Fajt¹ & Sara Valenci¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: zc02023@student.uni-lj.si

Povzetek

Pri ustvarjanju trajnostne kolekcije z naslovom *Ženska kot povod kaosa* me je zanimal družbeni položaj žensk, predvsem odnos do ženskega telesa. Na podlagi tega sem raziskovala različne mite o nastanku človeka, ki pogosto razkrivajo marsikaj o delovanju kulture in sooblikujejo poglede na vloge spolov. Ne glede na okolje in čas nastanka je mnogim mitom skupna ženska, ki zmoti idilo in je povod za kaos ter spremembe. Raziskava odnosa do telesa me je pripeljala do anatomskih ilustracij 16. stoletja iz knjige Andreasa Vesaliusa. Ilustracije so služile kot glavna vizualna inspiracija za oblikovanje kolekcije. Ilustracije organov sem uporabila kot podlago za izdelovanje novih oblik krojev, pojavijo pa se tudi v vzorcih. Trajnostni pristop sem v kolekcijo unikatnih oblačil vključevala z ročnim delom, predvsem s kvačkanjem, ki se v kolekciji pojavi v različnih oblikah. Kvačkanje se pojavi tako v večjem kot tudi v manjšem merilu, saj sem ponekod namesto preje uporabila metrsko blago, namesto kvačke pa roke. Trudila sem se uporabiti čim več recikliranih materialov iz pretežno naravnih vlaken.

Ključne besede: kvačkanje, organi, anatomija, ženska, trajnost

1 Uvod

Sama ideja za kolekcijo izvira iz spraševanja o družbenem položaju žensk, predvsem o odnosu do ženskega telesa. Raziskovanje te teme me je pripeljalo do treh različnih izhodišč, ki so mi služila kot inspiracija za ustvarjanje kolekcije. Ta tri izhodišča so mitologija o nastanku človeka, anatomija in kvačkanje. Moje teme raziskovanja so si sicer različna, vendar imajo skupen pomen za žensko izkušnjo, ki se izraža skozi nastale kose kolekcije.

2 Osrednji del

2.1 Izhodišče

Izhodišče za kolekcijo izvira iz misli o drugotnosti žensk, ki me je spremljala ob raziskovanju mitologije in anatomije. Moški je vselej mišljen kot prvotni človek in na njem se postavlja temelje za medicino,

anatomijo in vsa druga področja, medtem ko je ženska vedno v drugem planu. (Ogdoc-Gascon, 2016)

Moški je torej norma, zakon, ženska pa odklon od norme. Njeno telo ni zares njeno, ampak odtis modela, ponesrečen moški, ki mu vladajo čustva. Ob raziskovanju teh dveh tem, se je v meni oblikovala želja, da bi ženski njeno telo pripadalo v celoti. Telo sem želela secirati in ga vrniti nazaj ženski. Telo ni več telo, ampak organi obrnjeni na ven. Izpostavljanje organov je nekakšna sodobna verzija kulta relikvij. Ilustracije organov in človeškega okostja sem črpala predvsem iz knjige *Ko mrtvi žive uče*: anatomija skozi čas: ob petstoletnici rojstva začetnika znanstvene anatomije Andreasa Vesaliusa, s pomočjo katerih sem ustvarjala izhodiščne kolaže (primer slika 1). (Svoljšak, 2015)



Slika 1: Izhodiščni kolaž – anatomija

2.2 Ročne tehnike

V kolekcijo sem želela vključiti še kvačkanje, ki ima kot ročno delo ženski prizvok. Želela sem se pokloniti vsem ženskam v svoji družini, ki so kvačkale pred mano in so zaslužne za to kar sem danes. Kvačkanje se prenaša iz matere na hčerko in ustvarja medgeneracijsko povezovanje žensk, ki imajo skupne izkušnje in znanje.

Kvačkanje sem želela raziskovati kar se da prosto, predvsem pa sem se posvetila kvačkanju v različnih merilih. Začela sem s poskusi kvačkanja z rokami namesto s kvačkami in trakovi v širini 30 cm namesto preje (primer slika 2). Ti eksperimenti so se nadaljevali na še večjih trakovih, od 50 do 75 cm, s katerimi kvačkanje sploh ni bilo več mogoče. Pri teh eksperimentih sem ohranila le še začetne petlje pri kvačkanju, ki so dovolj močna osnova za nadaljnjo grajenje silhuet.

Odločila sem se tudi za raziskovanje kvačkanja v svoji bolj primarni obliki, torej z navadnimi kvačkami in prejo. Osredotočila sem se na iskanje različnih oblik iz klasičnega kroga in na kvačkanje vrvic v različnih velikostih.

2.3 Razvoj kolekcije

Razvoj kolekcije sem začela z raziskavo teme in izdelavo vzdušnih kolažev (primer slika 3), ki so mi služili kot rdeča nit kolekcije. Kasneje sem se odločila za barvno paletu, ki je nastala na podlagi barvnih ilustracij organov in vključuje predvsem tople odtenke bež, rjave in rdeče z dodatkom hladne svetlo modre. Pri izbiri materialov sem se odločila za uporabo vlaken naravnega izvora, predvsem bombaža. Poleg tega pa sem se trudila ohranjati trajnosten pristop in pone-



Slika 2: Kvačkanje

kod uporabila stare kose oblačil, reciklirano prejo in reciklirane odrezke blaga, ki ostanejo pri proizvodnji posteljnine.



Slika 3: Izhodiščni kolaž – vzdušje

Razvoj silhuet je nastal predvsem s kolaži v Photoshopu (primer slika 4) in z eksperimenti na lutki. Kot osnovno vodilo sem si vzela različne organe, ki sem jih sprva v papirju, kasneje v blagu polagala na telo in jih pretvorila v različne oblačilne kose. Nastalim eksperimentom sem dodala nekatere oblačilne kose kot so ovratnik, zapestnik in hlačni pas, ki so nastalim eksperimentom dodali oblačilnost.

3 Rezultati

Rezultat mojega raziskovanja je kolekcija z naslovom Ženska kot povod kaosa. Kolekcija je sestavljena iz sedmih silhuet, ki so nastale kot odraz mojega raziskovanja in razmišljanja. Od sedmih silhuet sem jih šest označila kot ženske in eno kot moško, čeprav se mi zdi, da bi bile lahko namenjene komur-



Slika 4: Kolažiranje line upa v Photoshopu

koli. Vseh sedem silhuet sem vključila v fotografski editorial (primer Slika 5 in Slika 6).

Velik del svoje raziskave v praktičnem delu sem posvetila raziskovanju kvačkanja. Tehnika me asociira na domače okolje in na ženske, ki so to opravljale pred mano, sploh na mojo babico. Čeprav se s to tehniko spoznavam že več let, me je raziskovanje v okviru diplomske naloge pripeljalo do zame novih uporab. Kvačkanje sem preizkusila v različnih oblikah s poudarkom na raziskavi velikosti uporabljene preje. Rezultat tega so večje kvačkane forme, ki odstopajo od tradicionalne uporabe te tehnike. Uporabo tradicionalne ročne tehnike sem združila z uporabo sodobnih tehnik, kot sta digitalni in sublimacijski tisk. Anatomijski motivi, kot so na primer žile, se tako pojavijo v kvačkani obliki pri eni silueti in v tiskani obliki pri drugi silueti. Pojavljanje istih elementov v drugačni obliki se v kolekciji ponovi tudi v samih krojih, kjer je uporabljena ista osnova srca, ki se pojavi v togi fiksirani in v mehki padajoči obliki. Sami kroji so pogosto eksperimentalni in izvirajo iz raziskovanja povečanih silhuet organov. Pri iskanju oblačil v neoblačilnih silhuetah se mi je zdelo ključno dodajati klasične oblačilne elemente. S tem pa nisem želela dodajati zgolj nosljivosti, ampak mi oblačilni elementi služijo kot kontrasti in ponazarjajo dualnost norm ter odstopanja od le-teh.

4 Zaključek

Kolekcija odraža raziskovanje vloge ženske v družbi in s tem del moje identitete. Skozi svoje raziskovanje sem si dovolila veliko svobode, rezultat le-tega so raznolike silhuete v različnih tehnikah. Z uporabo ročne tehnike kvačkanja sem se povezala s svojo zgodovino



Slika 5: Fotografije iz editoriala 1



Slika 6: Fotografije iz editoriala 2

in jo poskusila interpretirati na nov način. S prostim eksperimentiranjem sem tekom oblikovanja kolekcije razvila kreativni proces, ki temelji na spontanosti in prepuščanju novim potem. Kolekcija je tako moja interpretacija kaosa, ki sem ga vzela za glavno vodilo in mi predstavlja povod za spremembe.

5 Viri

Ogdoc-Gascon, D. (2016). Gender Socialization in Creation Myths. *International Journal of Culture and History*. Najdeno 15. maja 2024 na spletnem naslovu <https://www.ijch.net/vol2/043-JH014.pdf>.

Svoljšak, S. & Zupančič Slavec, Z. (2015). Ko mrtvi žive uče : anatomija skozi čas : ob petstoletnici rojstva začetnika znanstvene anatomije Andreasa Vesaliusa (1514–1564). Ljubljana: Narodna in univerzitetna knjižnica, 139 str.

Slike 1–6: osebni arhiv.



Strokovni članek

Kolekcija oblačil z naslovom Gospa Crawford gre na ribolov

Tilen Gorenjak^{1*}, Elena Fajt¹ & Sara Valenci¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: tg8597@student.uni-lj.si

Povzetek

Prispevek predstavlja trajnostno kolekcijo oblačil z naslovom »Gospa Crawford gre na ribolov« ter proces njenega snovanja in oblikovanja. Kolekcija predstavlja simbiozo estetike in vzdušja obalnih pristanišč z obdobjem starega Hollywooda, silhuetami štiridesetih in petdesetih let 20. stoletja ter visoko modo, vse skupaj pa osnovano po principu trajnosti. Cilj je bil povezati zastavljeni temi, ki sta si popolnoma nasprotni, s prepletom silhuet, oblik, materialov, tehnik in trajnosti.

Unikatna kolekcija predstavlja sintezo mode štiridesetih in petdesetih let 20. stoletja, zlate dobe Hollywooda in njenega vpliva na modo, Joan Crawford kot stilske ikone, visoke mode in ribištva v povezavi s trajnostjo. Ključni element v kolekciji so odpadne ribiške mreže in vrvi, ki sem jih z uporabo različnih ročnih tehnik kot sta vzorčenje in pretkanje povezal v unikatne metraže z vzorci. Avtorska kolekcija oblačil je dokaz, da se estetika starega Hollywooda lahko na sodoben in trajnosten način poveže z vzdušjem ribiškega delavstva

Ključne besede: Hollywood, glamur, visoka moda, obalna pristanišča, ribištvo, trajnost.

1 Uvod

Teme kot so glamur, prefinjeni materiali, voluminozne silhete in visoka moda so me navduševale že od nekdaj. Na moj oblikovalski proces neprestano vpliva moja muza, ki posebej prefinjenost in eleganco, vendar na zelo nadrealističen način. Tokrat sem jo postavil v drug kontekst oziroma okoli, in sicer v obalna pristanišča, saj se mi je zdelo zanimivo povezati dve popolnoma nasprotujoči si temi in ju oblikovati v kolekcijo oblačil.

2 Osrednji del

2.1 Izhodišče

Izhodišče kolekcije izhaja iz osebne sentimentalnosti po glamurju in predstavlja simbiozo glamurja in starega Hollywooda z estetiko obalnih pristanišč in ribiškega delavstva. Opisuje avtorjevo muzo. Femi-

nilnost in nežnost na eni strani ter grobost na drugi, kar je razvidno iz slike 1. Izhodišče se s tem dotika tudi meje med žensko in moško modo oziroma androgenosti. V ospredje so postavljene voluminozne silhete, nekonvencionalni materiali, glamur, kultni oblikovalci značilni za izbrano obdobje in vpliv mogočnih muz starega Hollywooda. Te se znotraj kolekcije pomaknejo z velikih platen in pariških modnih brvi v obalna pristanišča, kjer se srečajo z robustnimi ribiči, ribiškimi mrežami in vrvmi.

2.2 Razvoj kolekcije

Razvoj kolekcije je potekal po naslednjih korakih: izbor teme, raziskava, simbioza izbranih tem s pomočjo kolažev, razvoj silhuet iz kolažev, izbor materialov in barvne palete glede na izbrane silhete, eksperimentiranje s silhuetami in materiali ter na koncu izdelava kolekcije. Izbor teme se je zgodil naključno, iz osebne naklonjenosti do izbranega obdobja in teme. Svojo muzo sem želel postaviti



Slika 1: inspiracijski kolaž 1

ti v drug kontekst, celo ekstrem. Po izboru teme je sledila poglobljena raziskava, in sicer silhuet, materialov, oblik, barv in esence izbranih tem. Med raziskovanjem starega Hollywooda in glamurja sem se osredotočal predvsem na rokave, voluminozna krila, ozke pasove in prefinjenost takratnih gospa, na drugi strani pa sem med raziskavo obalnih pristanišč opazoval ribiče, njihovo grobost, velike boje, vrvi, ribiške mreže in naključne oblike, recimo prevezovanja in prepletanja. Močan vpliv na kolekcijo predstavljajo tudi oblikovalci, značilni za obdobje po vojni, vse do konca petdesetih let 20. stoletja, in sicer Christian Dior, Hubert de Givenchy in Cristobal Balenciaga. Po konkretni raziskavi sem s pomočjo kolažev spojil izbrani temi. Kolaže sem oblikoval v programu Adobe Photoshop in ročno z eksperimentiranjem in rezanjem starih fotografij. Kot prikazuje slika 2, se v kolažih pojavljajo križanci izbranih tem, na primer ribič v glamuroznem krilu z ozkim pasom

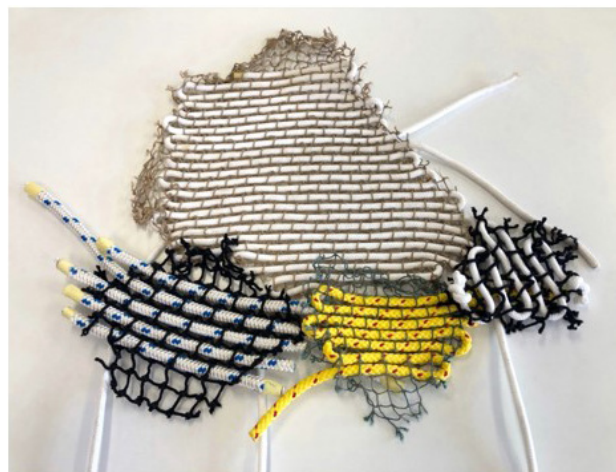


Slika 2: inspiracijski kolaž 2

ali Hollywoodska dama v ribiškem plašču. Kolaži so v nadaljevanju definirali tudi barvno paleto. Iz kolažev so nastale končne silhуетe, pripravljene na izvedbo. Izbrali smo 5 silhует, v katerih se prepletajo ročne tehnike, volumen, glamur in grobost. (Walford, 2008; Baker, 2007; Carr, 1970).

2.3 Ročne tehnike

Ko je bila rdeča nit kolekcije jasna, sem začel z eksperimentiranjem na lutki in telesu. Izdelal sem prve poskuse tkanja in pretkanja odpadne ribiške mreže z vrvjo. Ribiško mrežo sem razprostrl čez večjo površino in jo skozi že obstoječe kvadratne luknje pretkal z vrvjo. Vrv je ribiški mreži dodala teksturo, volumen in trdoto. Uporabil sem tudi elastično ribiško mrežo in tanjšo elastično vrvico, pred leti uporabljeno za izdelavo kirurških mask. Tako sem dobil teksturirano in raztegljivo površino, ki spominja na pletivo. Ko sem bil zadovoljen z mehanskimi lastnostmi ribiške mreže in vrvi, sem se osredotočil na barvne kombinacije. Odločil sem se za mrežo blede zelene barve, pretkano s črno in belo vrvjo. Uporabljene ročne tehnike so avtorske, v izbranih materialih v sodobni modi nikoli prej prakticirane. Ustvarjene z mislijo na visoko modo in njeno unikatnost. Slika 3 in 4 prikazujeta proces pretkanja ribiške mreže z vrvjo vse od prvih eksperimentov do končnih vzorcev.



Slika 3: eksperimenti pretkanja ribiške mreže



Slika 4: končni vzorec pretkanja ribiške mreže

3 Rezultati

Najprej sem teoretično raziskal izbrana obdobja in teme. Oblikoval sem sodobno kolekcijo oblačil po principu visoke mode in trajnosti. Kolekcija s svojimi silhuetami in barvami odraža prvotno idejo in je nosljiva. Pri izdelavi kolekcije sem se nanašal na principe in tehnike izvedbe v visoki modi. Vključene so bile različne ročne tehnike, kot so tkanje, pretkanje in vzorčenje. Zaradi uporabe različnih tehnik so bili nekateri kosi izvedbeno in časovno zahtevni. Večina uporabljenih materialov je odpadnih ali pridobljenih z raznih skladiščnih odpadkov. Kolekcijo bi lahko še razvijal in dodal več silhuet, prav tako bi lahko iz nje razvil linijo bolj nosljivih kosov in silhuet za vsakdanjo nošnjo. Vedno znova sem prihajal do novih idej in rešitev ter se vračal nazaj k prvotni inspiraciji, k svoji muzi. To se najbolj odraža v silhuetah, oblikah in v samem vzdušju kolekcije. Še vedno sem zaradi osebne sentimentalnosti po glamurju v sodobni modi mnenja, da tega danes manjka



Slika 5: modni editorial

4 Zaključek

Poseganje po glamurju danes ni več tako pogosto, predvsem s poplavo ulične in hitre mode. Modni oblikovalci združujejo elemente visoke mode z vplivi iz sveta glasbe, umetnosti, filma, nenazadnje tudi ulice. Visoka moda ima danes drugačen pomen, prav tako drugače vpliva na modo, vendar ostaja zvesta unikatni izdelavi in posvečanju detajlom. Prav to sem s svojo kolekcijo oblačil želel doseči, in sicer povrniti glamur, ga na sodoben način interpretirati z ročnimi tehnikami, materiali in oblikami ter ga popeljati v obalna pristanišča. Cilj je bil trajnostno združiti dve popolnoma nasprotujoči si temi in realizirati avtorsko kolekcijo oblačil. Kolekcija odpira nove smeri in dimenzije v oblikovanju, dokazuje, da lahko iz nekonvencionalnih in nenazadnje odpadnih materialov ustvarimo različne oblike in silhuete, v mojem primeru glamurozne in voluminozne, hkrati pa smo tako tudi trajnostni. V svoji kolekciji bi lahko razvil še več silhuet ali ustvaril novo, bolj nosljivo kolekcijo za komercialne namene. Oblikovalski proces celotne naloge bo nedvomno močno vplival na razvoj vseh nadaljnjih projektov.

Slika 5 prikazuje editorial, ki je nastal kot zaključek kolekcije. Modni editorial je fotografirala Pia Hočvar Mucić.

5 Viri

Walford, J. (2008). *Forties fashion : from siren suits to the New Look*. London: Thames&Hudson, 6–10, 191–195.

Baker, P. (2007). *Fashions of a decade : the 1950s*. New York: Infobase Publishing, 5–49.

Carr, L. (1970). *Four fabulous faces : Swanson, Garbo, Crawford, Dietrich*. New York: Arlington House/New Rochelle, 218–304.

Slike 1–5: osebni arhiv.



Strokovni članek

Izdelava platišč za električni dirkalnik formule student

Tara Gudžulić^{1,2*} & prof. dr. Peter Fajfar¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

²Superior Engineering Formula Student Team Ljubljana, Inženirsko Društvo S. E.,
Pivovarniška ulica 6, Ljubljana

* Kontaktna oseba: gudzulic.tara@gmail.com

Povzetek

Formula Student je mednarodno inženirsko tekmovanje, ki ga je prvič organiziralo Društvo avtomobilskih inženirjev SAE leta 1979 na Univerzi v Teksasu v Austinu. Tekmovanje v Evropi, katerega sedež je v Nemčiji, se je pričelo leta 1999, cilj pa je zasnova, izdelava ter vožnja dirkalnika, ki je narejen po pravilih Formula Student Nemčije oziroma FSG. Tekmovanje ponuja edinstven način za preverjanje teoretičnega znanja študentov v praktičnem kontekstu. Študenti pridobijo in razvijejo veščine, kot so inženirstvo, vodenje projektov in timsko delo. (Bern Racing Team Formula Student Competition, 2023)

Superior Engineering je ekipa mladih inženirjev in inženirk različnih fakultet Univerze v Ljubljani. Trenutno sestavlja ekipo 70 aktivnih članov, ki tekom študijskega leta izdelujemo električni dirkalnik po zgledu Formule 1. Ustanovitev ekipe sega v leto 2015, kjer smo študenti s pomočjo sponzorjev in z znanjem, pridobljenim na fakultetah, pričeli z izdelavo dirkalnika. Zaradi obsežnosti projekta se ekipi vsako leto pridruži veliko novih študentov, ki se priključijo sklopu, ki najbolj ustreza izbranemu študiju. Z letom 2015 smo začeli izdelovati dirkalnike na notranje izgorevanje, toda dokaj hitro smo spremenili strategijo izdelave na bolj trajnostno. Trenutno smo izdelali dva dirkalnika na notranje izgorevanje in šest električnih dirkalnikov. Vsako leto je cilj narediti bolj trajnosten izdelek z uporabo kompozitnih materialov, aluminija, titana itd., ki nam jih priskrbijo sponzorji.

Ključne besede: Formula Student, dirkalnik, mednarodno inženirsko tekmovanje, ogljikova vlakna, platišče

1 Uvod

V ekipi Superior Engineering Formula Student aktivno sodelujem zadnji dve leti. Za uspešno delovanje projekta se na začetku študijskega leta razdelimo na področja, ki nam najbolj ustrezajo. Preteklo leto in pol sodelujem v sklopu podvozja, in sicer v podsklopu platišča. Na temo platišč sem napisala tudi svojo magistrsko delo z naslovom Karakterizacija ogljikovih vlaken in izdelava platišč za električni dirkalnik Formule Student.

V sezoni 2023/24 smo se ob izdelavi novega električnega dirkalnika osredotočili na odpravo glavnih težav dirkalnika, ki smo jih imeli v prejšnji sezoni. Ena od večjih težav je bilo tesnjenje naših samos-

tojno izdelanih platišč iz ogljikovih vlaken, ki jih nismo mogli voziti pod tlakom manj kot 1,50 bara in nenadzorovanem snemanju pnevmatik med vožnjo. V primerjavi z lansko sezono smo spremenili dimenzije aluminijastega kalupa, s čimer sta se spremenili tudi širina in premer platišč. Končne dimenzije so bile dosežene s postopkom struženja. V letošnji sezoni smo izboljšali proizvodni proces tudi z drugačnim pristopom v načinu utrjevanja materiala. Za izdelavo platišč iz ogljikovih vlaken smo uporabili kompozitni material VTC401 CBX214 ± 45 - 42 % RW. Spremenili smo načrt laminata, poudarek pa je bil predvsem na debelini robov, ki smo jih precej povečali. Sprememba metode utrjevanja iz utrjevanja materiala v navadni pečici na utrjevanje v avtoklavu je pomenila veliko razliko v končnih mehanskih la-

stnostih in tudi v končnem izgledu. (SHD Composite Materials VTC401, 2024)

2 Predstavitev problematike

V sezoni 2023/2024 smo se osredotočili na odpravljanje glavne težave iz preteklih sezon, ki je bila tesnjenje platišč iz ogljikovih vlaken in snemanje pnevmatike med vožnjo. Posledično dirkalnika nismo mogli voziti pod tlakom manj kot 1,50 bara. (Kruse et al., 2021)

Razlogi za izboljšavo platišča:

- pnevmatike niso mogle držati pod tlakom 1,50 bara;
- nenadzorovano snemanje pnevmatike (možnosti poškodbe dirkalnika);
- izboljšanje rezultatov v dinamičnih disciplinah; ogrožanje varnosti voznika.

V letošnji sezoni smo izboljšali proizvodni proces z drugačnim pristopom v načinu utrjevanja materiala. Za izdelavo naših platišč iz ogljikovih vlaken smo uporabili material VTC401 CBX214 $\pm 45 - 42$ % RW, ki je namenjen za vsestransko uporabo. Proizvajalec prepreg materiala je SHD Composites. (SHD Composite Materials VTC401, 2024)

Preden smo se lotili priprave aluminijastih kalupov, smo morali podrobno preučiti napake prejšnjih sezon ter zastaviti standarde, ki jih bo moralo izpolnjevati novo platišče.

2.1 Zadani cilji za novo izdelano platišče:

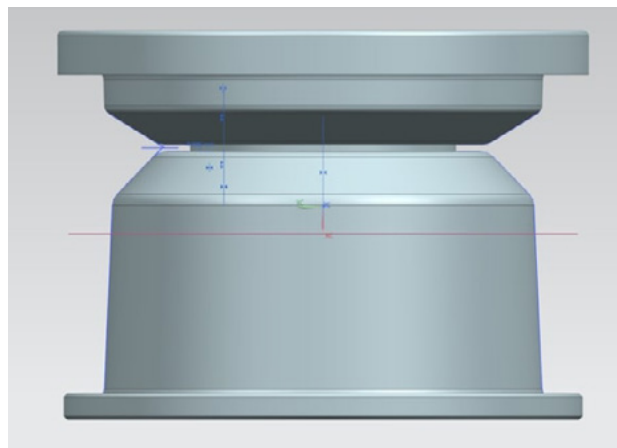
- tesnjenje pnevmatike na želenih pritiskih (cilj: 0,65 bara);
- preprečitev snemanja pnevmatike tekom vožnje;
- zagotavljanje optimalnega izkoristka ogljikovih vlaken med izdelavo;
- vzpostavitev baze podatkov, ki so ključni za izdelavo platišča.

2.2 Posledice neprimerne tesnitve pnevmatik:

- krajša življenjska doba pnevmatik;
- slabše uravnoteženje sil;
- posledično slabši rezultati na tekmovanju;
- slaba odzivnost vozila;
- ogrožanje varnosti voznika.

3 Postopki izdelave platišč za električni dirkalnik

Kalup je bil izdelan s pomočjo enega od naših sponzorjev, in sicer iz aluminijeve zlitine 6082 T6 s CNC struženjem. Potrebna je bila CNC stružnica, ki je omogočala vpenjanje obdelovanca s premerom 280,00 mm (slika 1).



Slika 1: Render modela aluminijastega kalupa

Odmik platišča (rim offset) je specifikacija pri oblikovanju platišča, ki se nanaša na razdaljo med centrom platišča in sredico.

Kot osnovni material za izdelavo platišča smo izbrali ogljikova vlakna. Ker na splošno velja, da imajo visoko specifično trdnost in nizko gostoto, imajo tudi visoko razmerje med trdnostjo in maso (slika 2).



Slika 2: Izdelava platišča z materialom VTC401 CBX245 $\pm 45 - 42$ % RW

Po končani pripravi površine aluminijevega kalupa smo se lotili polaganja ogljikovih vlaken na zunanji in notranji kalup. Oba kalupa imata prilagojen načrt laminata. Po končanem polaganju vlaken je sledila priprava **vakuumske vreče**.

Zaporedje priprave vakuumске vreče (slika 3):

- R210 neperforirana prepreg ločilna folija;
- tkanina za zračno plast;
- tesnilo za vakuumsko pakiranje vreče oziroma tlačni trak;
- vakuumška vreča;
- utrjevanje kompozitnega materiala in razkalupljanje platišča.



Slika 3: Utrjevanje kompozitnega materiala v peči avtoklav

Po opravljenem ciklu utrjevanja smo morali odstraniti vakuumsko vrečo, tkanino in ločilno folijo. Pri razkalupljanju smo bili predvsem pozorni na to, da ne bi zlomili robov. Utrjevanje kompozitnega materiala v avtoklavu nam je zagotovilo odličen končni izgled zunanje strani platišča. Na sliki 4 je izdelano platišče za sezono 2023/24.

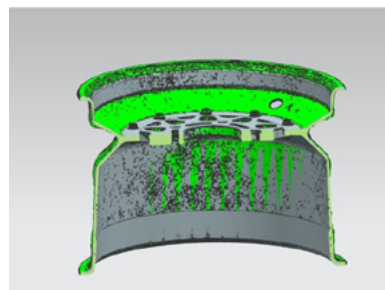


Slika 4: Platišče, narejeno za sezono 2023/24

Lotili smo se vrtanja lukenj za sredico, premazovanja s purasolom, vrtanja lukenj za pnevmatski ventil, struženja odvečnega materiala in nastavljanja pnevmatike na platišče (slika 5).



a)



b)

Slika 5: a) Obdelava platišča s struženjem, b) prerez 3D skeniranega platišča

Po zaključni montaži pnevmatike na platišče smo se odločili za centriranje pnevmatik pri vulkanizerju. Zanimalo nas je tudi uravnoteženje platišča brez pnevmatike in z njo. Meritve so pokazale, da so platišča brez pnevmatike uravnotežena na obeh straneh. Po montaži pnevmatike smo ponovno izvedli meritve ter ugotovili, da je razlika na obeh straneh izrazita. Kakovostno centriranje gum zagotavlja varno in udobno vožnjo, podaljšuje življenjsko dobo pnevmatik ter zmanjšuje obrabo pomembnih zglobov v podvozju.

4 Zaključek

Naš cilj je bil izdelati platišče, ki bi zmanjšalo možnost za puščanje tlaka v pnevmatikah in s katerega pnevmatike ne bi zdrsavale. Osredotočili smo se na izdelavo platišča, ki bi bistveno povečalo zmogljivosti pnevmatik. Z novo zasnovo platišča smo želeli doseči tudi boljšo kakovost končnega izdelka in optimizirati porabo ogljikovih vlaken, zato smo izdelali celovito bazo podatkov. Spremenili smo dimenzije aluminijastega kalupa, posledično sta se spremenili tudi širina in premer platišča. Dimenzije novega platišča smo dosegli s postopkom struženja, kjer smo s pravilno končno dimenzijo rešili problem tesnjenja pnevmatike. Platišča smo v celoti izdelali iz prepreg kompozitnega materiala iz ogljikovih vlaken, s središčnim delom iz aluminijeve zlitine Al7075 T6. Masa celotnega platišča je znašala med 900 g in 1000 g (tako po razkalupljanju), končna masa, ko je bilo platišče v celoti pripravljeno za montažo na pnevmatiko, pa je bila med 1050 g in 1200 g (s sredico, vijaki, maticami, po struženju itd.). Čas izdelave platišča iz ogljikovih vlaken je znašal med 24 in 28 ur. Ocenjujemo, da je strošek izdelave posameznega platišča znašal 623 €. Velik del testiranja smo izvedli neposredno na dirkalniku. Z novim dirkalnikom in prenovljenimi platišči smo se udeležili štirih tekem. Glavni preizkus platišč sta bili disciplini »acceleration« in »brake test«, ki sta pomembni pokazatelji vzdržljivosti platišč. Uspešno opravljen »brake test« oziroma preizkus zavor nas je popeljal na dirkalno stezo, v disciplini »acceleration« oziroma pospeševanje pa je naša ekipa z dirkalnikom Norbert dosegla vrhunski rezultat.

5 Viri

Bern Racing Team – Formula Student competition. (2023). Bern Racing Team. Najdeno 20. avgusta 2024 na spletnem naslovu <https://www.bern-racingteam.ch/formula-student/>.

KRUSE, P. & WATHEN, H. J. & HYDE, J. J. & DOBBEN, N. D. & BLAKE, J. D. (2021). Design and analysis of one-piece 10" carbon fiber wheels for zips racing ZR20 formula sae racecar : Senior Design Project – Final Report (str. 97) Akron : Department of Mechanical Engineering, University of Akron.

SHD Composite Materials – VTC401. (2024). Epoxy Component Prepreg. Najdeno 30. junija 2024 na spletnem naslovu <https://shdcomposites.com/assets/prepregs/vtc401-tds-1.pdf>.



Strokovni članek

3D tisk dekorativne svetilke

Jure Jarc^{1*} & Boris Beja¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: jj39307@student.uni-lj.si

Povzetek

V prenasitenosti vseh vizualnih podob je vsak ustvarjalec pred velikim izzivom, kje in na kakšen način ustvariti novosti. S projektom smo se odločili trajnost povezati s kulturno dediščino in javnim spomenikom Stojana Batiča, in sicer preko izdelave uporabnega izdelka, ki bo vključeval tudi trajnostne smernice. Sodobna grafična produkcija namreč konkurira javnim spomenikom in izjavam. Obe področji likovne ustvarjalnosti sta namreč informativni in izpovedni, obe naslavljata javnost z informacijami in različnimi vsebinami. Javna plastika z zgledi na historične dogodke in grafična produkcija na trenutne, sočasne odzive na svet potrošništva in informiranja.

Projekt predstavlja izdelavo dekorativne svetilke Prometeja, z uporabo tridimenzionalnega (3D) tiska. Zgled za preoblikovanje in snovanje smo našli pri Kiparju Stojanu Batiču, ki je v Piranu postavil javno plastiko Prometeja.

V prispevku so predstavljeni posamezni koraki, ki smo jih ob ustvarjanju dosegali za izpeljavo raziskovalnega dela. Postopek kreativnega procesa smo začeli z idejnimi skicami, ki so bile v nadaljevanju digitalizirane in postavljene v program za 3D modeliranje in oblikovanje. V programu za 3D oblikovanje Blender smo zasnovali osnovno podobo, ki je v nadaljevanju pridobila še umetniško nadgradnjo, ki se z rabo trikotnikov zgleduje in navezuje na kiparski rokopis in opus Stojana Batiča.

3D model smo dodelali v programu za nadzor 3D tiskalnika in posamezne oblike natisnili in s tem preverili morebitne napake oziroma izboljšave. Batičevemu Prometeju smo dodali še nov volumen, ki nam služi kot svetlobni vir z LED elementi. Oba tiskana elementa smo umestili na podstavek, v katerem so vstavljene svetilne komponente.

Ključne besede: skulptura, 3D modeliranje, 3D tisk, interpretacija umetnosti, uporabi izdelek

1 Uvod

Raziskovalni projekt temelji na kiparski produkciji Stojana Batiča, ki nas s svojimi prostorskimi rešitvami nagovarja širom Slovenije. Poleg spomenikov NOB in kiparske produkcije posvečene rudarjem, je Batič del svojega opusa posvetil tudi grški mitologiji. Izhodišče je Prometej, ki stoji na robu Tartinijevega trga v Piranu, javno postavljen leta 1959. Prometej je zasnovan v koraku, z levico pa si prekriva čelo, kot bi se bil ustrašil močnega svetlobnega vira. Pro-

metej se v Batičevi gesti prestraši kazni, ki ga je v nadaljevanju doletela, ko je bogovom ukradel svetlobo in jo ponudil ljudem. Batič ob pozitivnih kiparskih volumnih in masah uspešno rešuje tudi prazne volumne, med katerimi se trikotniško vzpostavljajo prizme, ki so bile v nadaljevanju upodobljene tudi na našem modelu. Trikotniško zasnovana površina se ponavlja tudi na našem modelu Prometeja, kateremu pa smo na njegovo levico dodali okroglo geometrijsko telo, ki je sonce, ki ga je Prometej bogovom ukradel in ima vgrajene svetilne elemente.

Iz umetnostnega projekta smo zasnovali uporabni izdelek, ki vsebinsko nadgrajuje kiparjevo izjavo. Geometrijsko zasnovani otri trikotniki se likovno formalno povezujejo z oglasto in mehko obliko, obe pa samostojno stojita na podstavku, ki vključuje dodatne potrebne komponente za svetilno telo (Muhovič, 2015).

2 Metodologija

2.1 Razvoj ideje

Fizična skulptura Prometeja, zaznamovana z ostrimi potezami in dinamiko gibov ponazarja čustva in trpljenje lika. Prometej je mitološki junak, ki je človeštvu vrnil ogenj in je v grški mitologiji predstavljen kot simbol svetlobe. Od tu se razvila osnova ideje svetilke, kjer bi Prometeju v roko umestili »sonce«, svetlobni element, ki ne nastopa zgolj v obliki simboličnega pomena ampak služi tudi kot namizna ali dekorativna svetilka (Batič, 1999).

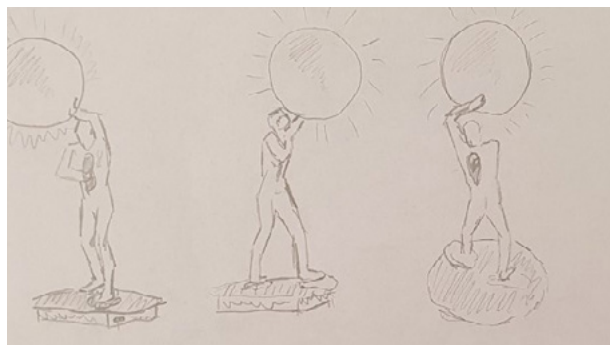
2.2 Skiciranje

Oblikovanje je potekalo v več korakih, najprej skice, ki so služile kot osnutek za oris zamišljene podobe. Skice so bile ključne za celotni proces in so v neposredno sodelovale z referenčnimi fotografijami plastike Prometeja (slika 1). Okvirna ideja se je digitalizirala in pretvorila v nabor slik za 3D upodobitev.

2.3 3D Modeliranje

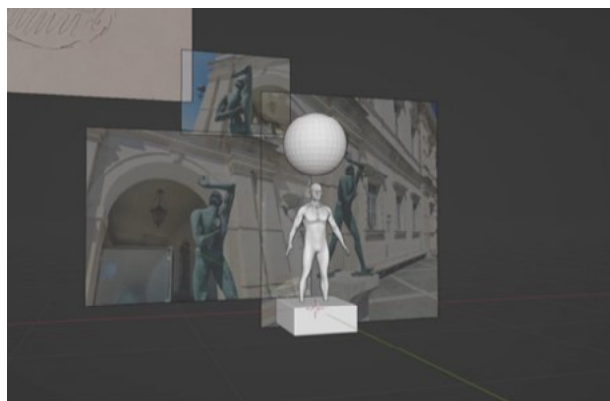
Sodobni principi modeliranja se na neki način povezujejo s klasičnimi postopki kiparskega snovanja. V obeh primerih gre za oblikovanje volumnov in preoblikovanje materije. Pri tem pa je v kiparskem ateljeju to snovno materialno oblikovanje, v digitalnem svetu pa smo soočeni z geometrijskimi oziroma matematičnimi algoritmi, ki nam hitreje vizualizirajo ustvarjalne korake. V digitalnem prostoru lahko modele opremimo z različnimi površinskimi obdelavami oziroma predlogami. Vseeno pa je cilj tiskovina, ki bi lahko v realnem prostoru predstavila digitalne ustvarjalne procese.

Izdelava celotnega 3D modela je potekala v programskem okolju za modeliranje in animacijo, Blender. Modeliranje se je začelo z uporabo osnovnih teles s katerimi smo poskušali ujeti zasnovo, ki smo jo ustvarili s skiciranjem na papir. Ob modeliranju se nismo posluževali 3D skeniranja, temveč klasičnega oblikovanja stoječe figure (Muck, 2013).



Slika 1: Skica ideje

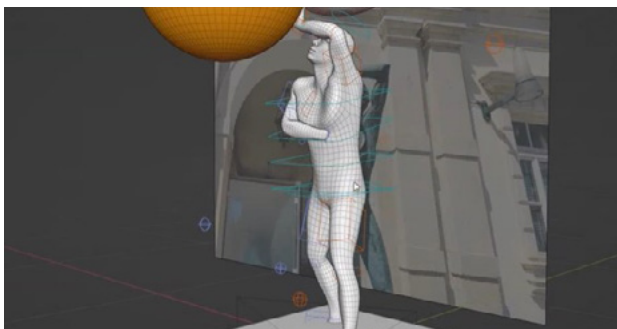
Pripomoček so nam bile fotografije, ki smo jih naredili v Piranu. Ob figuri smo pri zasnovi skrbeli za harmonizirano razmerje med svetlobno kroglo, podstavkom in podobo telesa (slika 2).



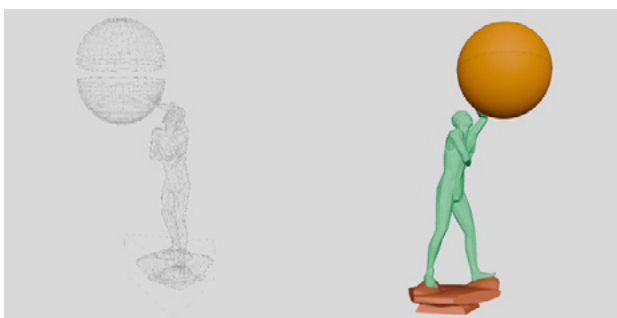
Slika 2: Priprava okolja za modeliranje

Vsak sestavni del figure se je oblikoval posamezno in postopoma. Pri oblikovanju je bilo treba ovrednotiti zahtevnost, zato je bila podoba telesa za modeliranje izbrana prva. Orodje za izdelavo okostja predstavlja poenostavljen način za premikanje in preoblikovanje zahtevnejših oblik z veliko količino geometrijskih informacij (slika 3).

Oblikovanje krogle in podstavka ni vključevalo dodatnih orodij. Svetilni del kipa je v krogli in jo je bilo zaradi tega potrebno prepoloviti in poskrbeti, da so stene obeh polovic tiska dovolj tanke za prepuščanje svetlobe. Podstavek je bil v nadaljevanju oblikovan tako, da je končni izdelek lahko predstavljen stabilno. Slika 4 prikazuje zaključeni izdelek, pripravljen za uvoz v program namenjen pripravi parametrov 3D tiska (Muck & Križanovskij, 2015).



Slika 3: Uporaba okostja za oblikovanje geometrije



Slika 4: Končni 3D model

2.4 Tisk 3D modela

Elementi so bili posamezno pripravljani v programu za razrezovanje na sloje, ki so nato natisnjeni in tvorijo 3D obliko. Material uporabljen za nanos kompozita nas ni omejeval, zato bi se lahko uporabila tudi reciklirana plastika, organskih ali umetnih kompozitov za različne rezultate. Filament bele barve je bil primeren za prepuščanje in razpršitev svetlobe skozi tanke stene krogle. Natisnjeni izdelek je bil na koncu očiščen in sestavljen v enotno podobo (Pivar et al. 2022).

3 Svetilo

V kroglo sta umeščena svetilo in stikalo. Svetilka se napaja s standardiziranim priključkom USB C na zadnji strani podstavka in se lahko priključi v širok nabor naprav. Projekt vsebinsko lahko dopolnimo s svetlobnim virom, ali pa tudi ne. V obeh primerih gre za zaključeno kiparsko zasnovo, v kateri smo ob modeliranju premišljevali tudi statiko same kiparske kompozicije. Predvsem smo si želeli, da bi bilo svetilno telo dovolj veliko in da bi z debelino dosegli tudi prosojnost oziroma samo svetilnost.

4 Zaključek

Likovna ustvarjalnost temelji na svetlobi, bodisi si naravni ali umetni. Raziskovalno delo vključuje obe, še več, svetlobo tudi oddaja, torej sveti. Sicer pa lahko kiparska dela zaznavamo tudi s tipom. Prav zato smo se odločili za izdelavo 3D tiskovine, ki je na voljo posamezniku, da jo zaznava s tipom, ki dopolnjuje svojo izkušnjo. Model, ki smo ga oblikovali, je trajnostno dostopen drugim, da si ga v svojih ustvarjalnih prostorih natisnejo in preverijo podobo iz digitaliziranega prostora v objektni, naravni svet. Oblikovanje in 3D modeliranje izdelka je pripomoglo k boljšemu razumevanju postopka razvoja ideje in izdelave izdelka. Pridobljene kompetence 3D tiska, oblikovanja in kritičnega razmišljanja omogočajo pot kreativnega oblikovanja v prihodnosti.



Slika 5: Končni izdelek

5 Viri

Batič, S. (2015). Človek in mit: retrospektivna razstava = The man and the myth. Ljubljana: Muzej in galerije mesta Ljubljane, Galerija Jakopič.

Hamilton, W. & Kirk, T. (1814). Outlines from the figures and compositions upon the Greek, Roman, and Etruscan vases of the late Sir William Hamilton: with engraved borders. London: W. Miller.

Muck, D. (2013). Razvoj aktivne in inteligentne embalaže. *Embalaža & okolje* 81(21).

Muck, D., & Križanovskij, I. (2015). 3D-tisk. 1. izd. Ljubljana: Pasadena.

Muhovič, J. (2015). Leksikon likovne teorije: slovar likovnoteoretskih izrazov z ustreznici iz angleške, nemške in francoske terminologije. Celje: Celjska Mohorjeva družba.

Pivar, M., Muck, D. & Gregor-Svetec, D. (2022). Postopek izdelave samo-sestavljivih teles: patent SI 26028 A, 2022-01-31.



Strokovni članek

Uporaba japonskega dresnika v tkanih tekstilijah

Kristi Komel^{1*}, Katja Burger Kovič¹

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: komel.kristi@gmail.com

Povzetek

Tekstilna industrija predstavlja enega največjih svetovnih onesnaževalcev in porabnikov virov, zaradi česar so spremembe nujno potrebne. Trajnostne oblikovalske prakse so eden od načinov, kako zmanjšati negativni vpliv tekstilne industrije na naravno in socialno okolje, vendar tovrstni prijemi ne izboljšujejo že nastale škode. Korak naprej v to smer gre regenerativno oblikovanje, ki predstavlja dober način za uvajanje novih materialov, kot so invazivne rastline, v obstoječe oblikovalske procese.

Projekt raziskuje različne možnosti uporabe japonskega dresnika v tekstilne namene. Eden od načinov uporabe invazivnih rastlin v tekstilstvu je papir, ki je bil kot tekstilni material, sploh v vzhodnih civilizacijah, poznan že daleč nazaj v zgodovini. V projektu je predstavljena uporaba lokalno izdelanega papirja iz japonskega dresnika za izdelavo preje, ki je nato tkana v kolekcijo tekstilnih kosov. Izbor tehnike tkanja je sledil karakteristikam ročno izdelane preje, ki je v primerjavi z industrijsko izdelano prejo veliko bolj krhka. Preizkušena je tudi uporaba lesa iz stebel rastline ter barvilo iz korenin, s čimer se poskuša vključiti celotna rastlina. Na področju tkanja so izvedeni eksperimenti z namenom izdelave tkanin z izrazitimi teksturami in oblikami, ki segajo izven dvodimenzionalnih tkanin.

Rezultat je kolekcija tkanin iz ročno izdelane preje iz papirja japonskega dresnika. Poleg papirja iz celuloze te najprisotnejše invazivne rastline pri nas je uporabljeno tudi barvilo, izdelano iz njegovih korenin. Med procesom je nastalo nekaj manjših poskusov uporabe lesa oziroma stebel, vendar je ta v končni kolekciji našel prostor zgolj kot pomoč za obešanje tekstilij. Tkanine predstavljajo različne možnosti v tkanju s papirno prejo in dodajanjem barvila, vsaka izmed njih je lahko uporabljena kot samostojen dekorativen kos ali v kombinaciji z drugimi tkaninami iz kolekcije.

Namen projekta je nazadnje prikaz možnosti prenosa negativnih posledic, ki jih opažamo v svojem lokalnem okolju, v prakse, ki imajo nanj pozitiven vpliv. Vzeti, kar je nezaželeno, problematično in to osmisliti v nekaj lepega.

Ključne besede: tkanje, papirnata preja, japonski dresnik, regenerativno oblikovanje

1 Uvod

Tujerodne rastlinske vrste je, za razliko od domorodnih, v okolje namerno ali nenamerno vnesel človek (GOV.SI, 2009). Navadno se naselijo na degradirana območja, kot so od intenzivnega kmetijstva iztrošene površine, opuščena gradbena področja,

odlagališča odpadkov (Paradiž, 2012). S hitrim širjenjem in posledično zavzemanjem prostora lahko negativno vplivajo na rast avtohtonih rastlin ter vplivajo na ekosistem, v katerem se nahajajo (Vrabič-Brodnjak & Možina, 2022). Ena najbolj prisotnih invazivnih tujerodnih rastlin pri nas je japonski dresnik. Njegovo hitro rast in širjenje najpogosteje omejujemo z

odstranjevanjem, pri čemer dobimo velike količine biološko razgradljivega odpada, s katerim moramo ravnati previdno v izogib dodatnemu razširjanju (Frajman, 2008). Obenem živimo v času, ko se oziramo po novih virih materialov, ki so bolj prijazni okolju in omogočajo trajnostno in krožno gospodarstvo. Odpad odstranjenih invazivnih rastlin je lahko eden od odgovorov, saj gre za obilen naravni vir, ki ga lahko uporabimo v različne namene.

Tekstilna industrija predstavlja enega največjih svetovnih onesnaževalcev in porabnikov virov. Trajnostne oblikovalske prakse so eden od načinov, kako zmanjšati negativni vpliv tekstilne industrije na naravno in socialno okolje, vendar tovrstni prijemi ne izboljšujejo že nastale škode. Korak naprej v to smer gre regenerativno oblikovanje, ki je tekom projekta uporabljeno kot dober način za uvajanje novih materialov, kot so invazivne rastline, v obstoječe oblikovalske procese (Tate + Co, 2023).

Eden od načinov uporabe invazivnih rastlin v tekstilstvu je papir, ki je bil kot tekstilni material, sploh v vzhodnih civilizacijah, poznan že daleč nazaj v zgodovini (Leitner, 2005). V nalogi je predstavljena uporaba papirja za izdelavo preje, ki je nato tkana v kolekcijo ročno tkanih kosov.

2 Eksperimentalni del

2.1 Raziskava materiala

Projekt sem začela z raziskovanjem japonskega dresnika in katere dele rastline lahko uporabim, od papirja izdelanega iz njegove celuloze, do lesa in korenika. V svoje tkanine sem želela vključiti čim večji del te rastline.

Rastlinske dele sem nabirala v neposredni bližini svojega doma, na obronku gozda pod Rožnikom. Kot pri nabiranju vsake invazivne rastline sem morala biti pozorna, da z nepazljivim nabiranjem in ravnanjem s korenikami rastline ne prenašam na nova rastišča.

2.2 Priprava papirne preje

Za izdelavo papirne preje je bil uporabljen papir Notweed iz japonskega dresnika, ki ga izdelujejo v kolektivu Trajna. Izdelan je iz 50 % dresnikove celuloze in 50 % lesne celuloze.

Izdelave preje sem se lotila z rezanjem papirja na trakove različnih širin. Odločila sem se za širino traku 5 milimetrov, ker so bili rezultati najboljši; preja se je dobro navijala in ne preveč trgala. Papir sem narezala s pomočjo laserskega rezalnika, pri čemer ga nisem narezala do roba, temveč sem pustila rob širine 1 centimeter. Nato sem s škarjami odrezala rez do roba na vsakem drugem traku, s čimer sem dobila neskončen trak. Papir sem omočila z vodo s pomočjo pršilke, saj predenje veliko lažje poteka, ko so trakovi navlaženi in jih nato zvila v prejo s pomočjo ročnega vretena (slika 1). Prejo sem nato

pustila, da se posuši in jo nato navila v klopko s pomočjo previjalca preje.



Slika 1: Izdelava papirne preje (foto: Tjaša Bavcon).

2.3 Barvilo

Iz japonskega dresnika lahko pridobivamo barvilo iz različnih delov rastline. Ker sem s projektom začela v hladnejši polovici leta, sem imela na voljo le korenike. Preizkusila sem, kako se barvilo spremeni s spremembo pH vrednosti. Ekstrakt barvila, ki sem ga dobila s kuhanjem suhe korenike dresnika v destilirani vodi, sem razdelila v dve posodici. V eno sem dodala alkoholni kis, v drugo pa pralno sodo.

Papir vpija barvilo brez posebnih predpriprav in poobdelav, ki so potrebne za barvanje tekstilnih vlaken. Zato sem se lahko posluževala drugačnih načinov nanašanja barvila na papirno prejo. Med poskušanjem sem jo nanašala na osnovo in votek ter ugotavljala, kateri način je bil ustrežnejši. Nazadnje sem se odločila za barvalni postopek, ki je z enostavnim nanašanjem barvila direktno na navit kolut preje gradientno obarval tkanino (slika 2).



Slika 2: Barvanje klopke papirne preje (foto: Tjaša Baucon).

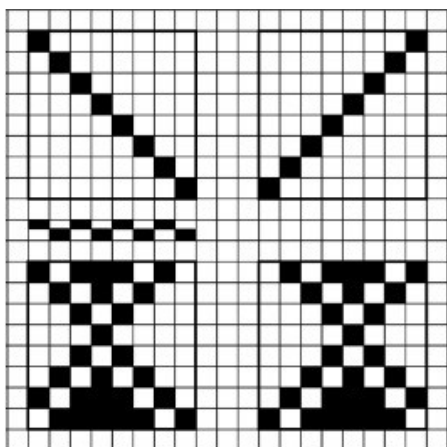
2.4 Les

Med raziskovanjem vseh možnosti uporabe japonskega dresnika v tekstilne namene sem preizkusila tudi uporabo olesenelih delov rastline. Tekom raziskave je nastalo tudi nekaj manjših tkanih kosov iz lesa japonskega dresnika, v končni kolekciji pa je bil uporabljen kot element za obešanje tkanin.

3 Tkanje

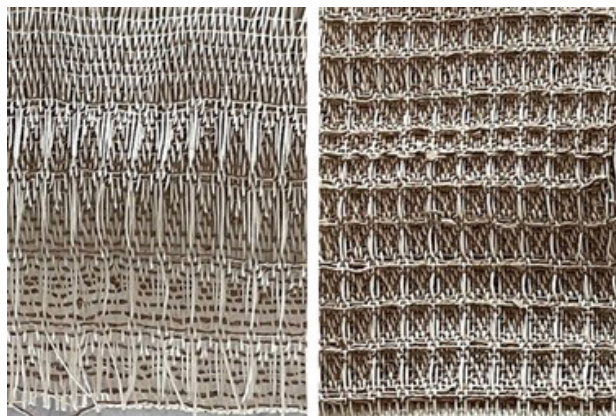
Pred začetkom napeljevanja statev sem pripravila načrt in pripravila popolno vzornico (slika 3):

- osnova: papirna preja – Nm 1,65 / tex 625 (Lankava thin paper yarn)
- votek: ročno izdelana papirna preja – Nm 1,4 / tex 713
- vdev: gladek vdev v 8 listov
- vdev v greben: 1 nit/cm
- širina osnove: 50 cm
- dolžina osnove: 6 nit/cm



Slika 3: Vzornica za vafel iz križastega kepra.

Po zaključenem procesu napeljevanja statev sem začela s tkanjem poskusov. Po preji sem zaradi lažjega tkanja razprševala vodo, na ta način sem dosegla tudi večjo gostoto niti ter posledično bolj zbito tkanino. Tkanina na levi fotografiji je bila tkana na suhi osnovi s suhim votkom, pri tkanju tkanine na desni fotografiji pa sem vstek in osnovo omočila z vodo (slika 4).



Slika 4: Primerjava tkanine v vezavi vafel; na levi sliki niti osnove in votka med tkanjem nista bili omočeni, kot pri nitih tkanine na desni.

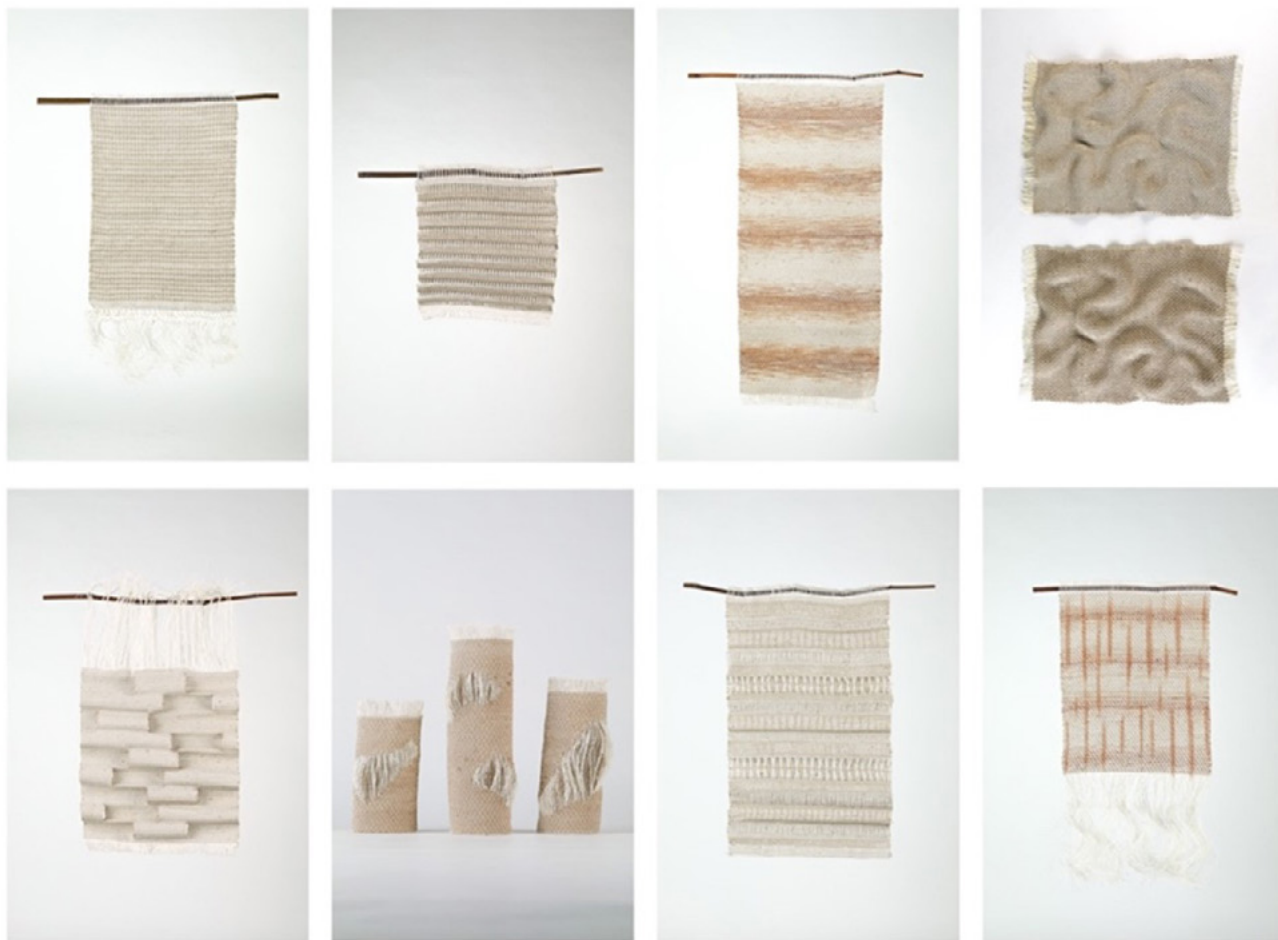
Papirno tkanino sem lahko v mokrem stanju postavila v obliko, v kateri je po sušenju tudi ostala. Na ta način sem poskušala modelirati tridimenzionalne oblike iz tkane površine. Prostorske oblike sem poslušala doseči tudi s tkanjem dvojnih tkanin, naknadno modeliranih v mokrem stanju.

Snovanje kolekcije tkanin

Z inspiracijo v poskusih, ki sem jih predhodno stkala, sem zastavila kolekcijo tkanih tekstilnih kosov (slika 5). Nekateri od njih so del diptiha ali triptiha. Vsem je skupni material osnove in votka, pri nekaterih je dodana barva, spet drugih oblikovanje natkanega materiala v obliko.

4 Zaključek

Rezultat je kolekcija tkanin iz ročno izdelane preje iz papirja japonskega dresnika. Poleg papirja iz celuloze te najprisotnejše invazivne rastline pri nas sta uporabljena tudi barvilo, izdelano iz njegovih korenin in stebela za obešanje izdelkov. Tkanine predstavljajo različne možnosti v tkanju s papirno prejo in dodajanjem barvila, vsaka izmed njih je lahko uporabljena kot samostojen dekorativni kos ali v kombinaciji z drugimi tkaninami iz kolekcije.



Slika 5: Fotografije tkanin iz končne kolekcije (foto: Kristjan Jarni).

Izbor papirja kot edinega materiala, uporabljenega v tkaninah, sledi vodilu monomaterialnosti. Vključevanje drugih delov rastline v tkanine sicer ne bi onemogočilo biorazgradnje, vendar uporaba zgolj papirja dovoljuje direktno reciklažo izdelka po koncu življenjske dobe.

5 Viri

Frajman, B. Japonski dresnik Fallopia japonica, Informativni list 1. (2008). V *Tujerodne vrste*. Najdeno 6. februarja 2024 na spletnem naslovu <<https://www.tujerodne-vrste.info/wp-content/uploads/2018/05/INF1-japonski-dresnik.pdf>>.

GOV.SI. Invazivne tujerodne vrste rastlin in živali. Najdeno 17. januarja 2024 na spletnem naslovu <<https://www.gov.si teme/invazivne-tujerodne-vrste-rastlin-in-zivali/>>.

Leitner, C. (2005). *Papier Textilien : Geschichte, Materialien, Experimente*. 1. izdaja. (str. 35). Bern: Haupt Verlag.

Paradiž, J. (2012) Tujerodne rastlinske vrste in ugotavljanje območja njihove razširjenosti v krajinskem parku Ljubljansko barje : Končno poročilo o rezultatih preiskovanja invazivne kanadske zlate rozge, japonskega dresnika in žlezave nedotike v vzhodnem delu Krajinskega parka Ljubljansko barje za obdobje. Ljubljana: Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje.

Vrabič-Brodnjak, U. & Možina, K. (2022) Invasive alien plant species for use in paper and packaging materials. *Fibers*, vol. 10, no. 11, str. 2.

Tate + Co. (2023) What is regenerative design? Najdeno 29. februarja 2024 na spletnem naslovu <<https://tateandco.com/answers/what-is-regenerative-design/>>.



Strokovni članek

Zero waste art

Naja Krajncič^{1*}, Max Pozdarec¹, Marko Morales Kalamar¹, Meta Frelih¹ & Boris Beja¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: nk80906@student.uni-lj.si

Povzetek

Sodobna likovna umetnost se sooča z izzivi trajnostnega ustvarjanja, kjer umetniki iščejo načine za zmanjšanje odpadkov in učinkovito uporabo materialov. Tradicionalni postopki, kot so obdelava stekla, keramike in kovin, zahtevajo velike energetske vložke in pogosto povzročajo okoljsko škodo. V odgovor na te izzive umetniki vse pogostejše posegajo po reciklaži materialov in digitalnih tehnologijah. Likovno ustvarjanje ni več omejeno na fizični prostor, ampak se predstavlja tudi v digitaliziranih prostorih. S programsko in strojno opremo dosegamo povsem drugačne prevode likovnega ustvarjanja in predvsem gradimo s pripomočki večjo dosegljivost v javnem prostoru. Digitaliziranje umetnosti ne vidimo zgolj v obliki arhiviranja, temveč tudi priložnosti za podoživljanje le te na vseh koncih tega spreminjajočega se sveta. Projekt ZERO WASTE ART spodbuja uporabo 3D animacij, ki omogočajo širjenje umetniških del brez potrebe po fizičnih razstaviščih, s čimer se zmanjšujejo odpadki in transportne poti.

V okviru našega raziskovalnega projekta smo analizirali in digitalno preoblikovali dve grafiki Avgusta Černigoja – njegov avtoportret in portret Srečka Kosovela. Ti dve grafični deli smo s pomočjo 3D tehnologije prenesli v digitalni prostor in jih z razstavljanjem in ponovnim sestavljanjem predstavili kot animacijo in v nadaljevanju še kot 3D tiskovino. Navdih za kompozicijo smo črpali iz likovnega dela Mateje Duhovnik, ki je nastalo pod mentorstvom Borisa Beja v Pionirskem domu. Cilj projekta je bil raziskati možnosti trajnostnega umetniškega ustvarjanja in dostopnost umetnosti prek sodobnih digitalnih medijev, ki omogočajo širjenje brez odpadkov in ekološko obremenitev. Hkrati pa nas je zanimal slikarski prevod iz 2D v 3D, kjer smo se soočili z reliefom in s snovanjem, postavljanjem volumnov na tiskovni formi.

Ključne besede: Umetnost brez odpadka, umetniška onesnaženost, 3D animacija, prostor, relief

1 Uvod

Izhodišče razstavnega projekta je bilo predavanje pri predmetu Osnove likovnega izražanja v šolskem letu 2023/2024, z naslovom Umetniška dela, ki so nas oblikovala. Cilj projekta je bil predstaviti umetniška dela in avtorje, ki so pomembno vplivali na našo kulturno identiteto. Med temi avtorji izstopa Avgust Černigoj s svojim portretom Srečka Kosovela, ki ga je oblikovalec Miljenko Licul vključil v slovenski potni list. Ta portret je zaznamoval slovensko grafično oblikovanje in je močno prisoten v naši vizualni dediščini.

Černigoj je bil član umetniške avantgarde in je v slovenski prostor prinesel vplive Bauhauza. Avantgarde, čeprav kratkotrajne, so bile izjemno pomembne v programsko-ideološkem in vsebinsko-formalnem smislu. Leta 1998, ob stoletnici Černigojevega rojstva, so v Moderni galeriji pripravili obsežno študijsko razstavo TANK – Slovenska zgodovinska avantgarda, naslovljeno po istoimenski reviji, ki jo je izdal Ferdo Delak v sodelovanju s Černigojem. Razstava je izpostavila umetnike in pesnike, kot sta Anton Podbevšek in Srečko Kosovel, ki sta prav tako zaznamovala slovensko kulturno zgodovino (Megla, 2011).

V ateljeju Pionirskega doma smo Černigojevo grafiko uporabili kot izhodišče za slikarski eksperiment, ki smo ga nato prevedli v 3D animacijo. Černigojev kultni portret Kosovela, ustvarjen z linijami in geometrijskimi oblikami, je v animaciji oživel v tridimenzionalnem prostoru, kjer so se njegove slikarske oblike razrezale, sestavljale in ponovno razstavljale. Ta prehod iz 2D v 3D prostor je ključni element sodobnega grafičnega in likovnega snovanja, ki presega meje klasične umetnosti.

Likovna ustvarjalnost je vedno odziv na prostor, v katerem umetnik biva ali ustvarja. V preteklosti so se likovne veščine razvijale vzporedno s kiparstvom, slikarstvom in arhitekturo, najpogosteje v obliki fresk ali reliefov, ki so krasili sakralne in bivalne prostore. Ilustracija je postala široko dostopna z razvojem tiskanih knjig in je danes eno najpomembnejših področij dvodimenzionalne umetnosti, ki jo nadgrajujejo digitalna orodja, kot so grafične tablice in programi za 3D modeliranje (Muhovič, 2015).

Danes grafični oblikovalci delujejo na presečišču klasičnih tehnik in digitalnih tehnologij. S pomočjo digitalnega in 3D tiska je mogoče vizualno umetnost prilagoditi tudi za slepe in slabovidne, kar dodatno širi možnosti umetniškega izražanja. Umetniki in oblikovalci z likovno ustvarjalnostjo ne le pripovedujejo zgodbe, temveč tudi organizirajo in strukturirajo prostor, v katerem živimo in komuniciramo. Grafični oblikovalci informacije predstavljajo na različnih medijih – od plakatov in knjig do spletnih mest, animacij in informacijske grafike.

Z razvojem digitalnih tehnologij je umetniški prostor postal brezmejen. Medtem ko smo bili v preteklosti omejeni na fizične dimenzije slikarskih in grafičnih nosilcev, danes ustvarjalnost prehaja v digitalne medije, kjer prostorske omejitve skorajda ne obstajajo. Vendar pa so tudi digitalni prostori, kot so zasloni in grafični programi, na nek način omejeni – bodisi z velikostjo zaslona bodisi s tehničnimi možnostmi programske opreme.

V projektu smo klasično Černigojevo grafiko prevajali v tridimenzionalno animacijo s pomočjo programa Blender. Na ta način smo likovnemu delu dodali novo dimenzijo in ga oživili v virtualnem prostoru, kjer je poleg oblike dobilo tudi gibanje. Animacija danes postaja ključno orodje v umetnosti in oblikovanju, saj omogoča, da s pomočjo gibljivih podob posredujemo sporočila in zgodbe širšemu občinstvu na sodoben in privlačen način.

Umetnost, ki temelji na animaciji, ni več omejena na otroške vsebine – postaja vse bolj prisotna tudi v ustvarjanju za starejše generacije, kar dokazuje njeno pomembnost in vsestranskost v sodobnem svetu.

2 Metodologija

2.1 Izbira motiva in izrisi skic

Pri zasnovi animacije smo želeli počastiti slikarja Avgusta Černigoja, zato smo kot motive izbrali njegova dva portreta – portret Srečka Kosovela in avtoportret Avgusta Černigoja, ki jih je za nas sestavila Mateja Duhovnik v slikarski predlogi. Akril na platnu kompozicijsko vključuje dva portreta, ki se med seboj prekrivata in iščeta presečne množice oziroma oblike na zamejeni, dvodimenzionalni podlagi. Slikarsko delo je avtorica nasloвила Avgustova pomlad, kar je s tipografijo tudi naslikala v likovno polje prej omenjenih podob. (SLIKA) To sliko smo uporabili kot osnovo za izris naših prvih skic, ki so služile kot temelji za nadaljnjo izdelavo 3D modelov.



Slika 1: Mateja Duhovnik, Avgust spomladi, foto: Boris Beja

2.2 Izdelava 3D modelov

V drugem delu projekta smo se osredotočili na pripravo 3D modelov v programu Blender, ki je prosto dostopen in omogoča ustvarjanje kompleksnih 3D oblik. Začetna faza je vključevala uvažanje skic v program, ki so služile kot šablone za natančno zajemanje dimenzij in oblik posameznih likov. Modeli so nato pridobili materialne lastnosti, pri čemer smo izbrali barvno paleto, ki vključuje rdečo, belo in temno sivo, kar odraža estetiko obdobja avantgarde, zlasti pa barvno shemo, značilno za Avgusta Černigoja. Poleg modelov smo oblikovali tudi ozadje, ki simbolizira vesolje in s tem ustvarja vizualno bogat kontekst za naše modele (Muck & Križanovskij, 2015).

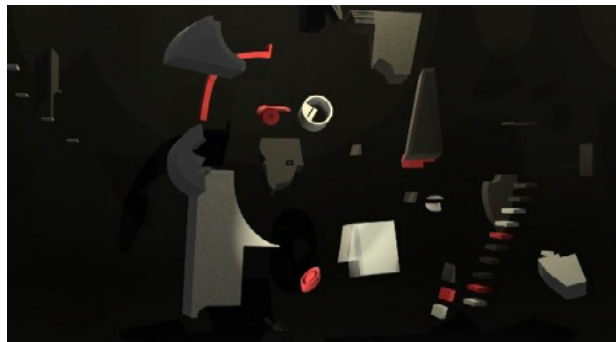


Slika 2: Max Pozderez, Marko Morales Kalamar, 3D modeli

2.3 Izdelava 3D animacije

Naslednji korak je bil posvečen izdelavi animacije, prav tako v programu Blender. Animacija ustvarja podobo vesolja, v katerem se različni geometrijski objekti počasi vrtijo in lebdeče premikajo. Z napredovanjem animacije se objekti začnejo hitreje premikati in se postopoma združujejo, nato pa nenadoma razpršijo, kar ponazarja učinek velikega poka. Ob koncu se ti objekti ponovno združijo in tvorijo masko, sestavljeno iz združenih portretov Avgu-

sta Černigoja, ki se nato dvakrat zavrti okoli svoje navpične osi, s čimer je animacija zaključena. Ta proces simbolizira rojstvo vesolja in obenem odraža umetnikovo interpretacijo kozmične harmonije.



Slika 3: Naja Krajncič, Zaslonski posnetek ustvarjene animacije

2.4 Postprodukcija

V fazi postprodukcije smo v programu Adobe Premiere Pro animacijo prilagodili tako, da se odvija v neskončni zanki (angl. loop). Ta ponovitev v obratnem vrstnem redu ne le krepi dinamiko animacije, temveč tudi pogloblja simbolni pomen celotnega projekta. S tem smo dosegli učinek neskončnosti, kar dodatno utrjuje filozofsko premiso »Vse izvira iz ničesar in vse se vrne v nič«, ki gledalca spodbuja k razmišljanju o naravi bivanja in minevanja. Nazadnje smo dodali še zaključno špico, kjer smo navedeni avtorji in mentor ter zahvale.

3 Ugotovitve in diskusija

Arhitektura in grafično oblikovanje sta zaradi omejitev prostora najbolj zavezana prostorski organizaciji. Tako kot arhitekt oblikuje prostor, ga lahko tudi grafični oblikovalec, vendar ima slednji širši doseg, saj sodobno oblikovanje ni omejeno le na papir, temveč tudi na spletne medije.

Ustvarjalci se soočajo s praznim prostorom, ki ga zapolnjujejo z naročnikovimi željami in lastno kreativnostjo. Ključna je organizacija prostora okoli sporočila, saj preobilje informacij zahteva selekcijo in jasno komunikacijo. Napačno je govoriti o kreativnem neredu, saj neurejenost oteži jasnost sporočila.

Prostor zaznavamo prek čutil in kulturnih vplivov, kar vpliva na naše oblikovanje. Pomembno je ustvariti varno, dobro organizirano okolje za kreativno delo. Pri 3D prostorski zasnovi smo iz slikarskega

dela preoblikovali elemente in jim dodali tretjo dimenzijo ter s tem ustvarili volumne, ki so oživel kot animacija in 3D tiskovina.

Grafična zasnova 3D modela nam je omogočila preučiti reliefne razlike po »z« osi. S Konstruktivističnim pristopom smo uporabili primarne barve, kot so bela, črna, siva in rdeča, da smo formalno dopolnili in nadgradili izhodiščno modro slikarsko zasnovo (Pivar et al. 2022).

nemške in francoske terminologije. Celje: Celjska Mohorjeva družba.

Pivar, M., Muck, D., & Gregor-Svetec, D. (2022). Postopek izdelave samo-sestavljivih teles: patent SI 26028 A, 2022-01-31.

4 Zaključek

Prostor v sodobnem likovnem ustvarjanju ni več omejen na klasične koordinate (x, y, z); dodane so virtualne dimenzije, ki omogočajo nove načine razmišljanja. Namesto fizične globine prostora zdaj delujemo v digitalnih okoljih, kjer iluzionistične matrice omogočajo hitre simulacije. Klasični umetniki s postopnim dodajanjem in odvzemanjem oblikujejo svoje stvaritve, v digitalnem svetu pa hitri ukazi omogočajo takojšnje spremembe, ki brišejo oblike in s tem prostorsko trajanje.

Prostor in čas se ves čas preoblikujeta, kar vpliva na naš proces ustvarjanja. V našem projektu smo prešli od zamisli in slikarstva do 3D modeliranja v Blenderju in nato preverili rezultat s 3D tiskom. Osredotočili smo se na animacijo, ki omogoča širšo dostopnost prek spleta. S tem smo raziskali konstruktivistične ambiente, ki jih je v naše kraje prinesel Avgust Černigoj.

Projekt povezuje grafično zasnovo z umetnostno zgodovino in sodobno tehnologijo, kar odpira nove možnosti za umetniško izražanje.

5 Viri

Megla, M. (2011). Od avantgarde do retrogarde. Delo, 53(174), 13.

Moderna galerija. (1998). Tank!: slovenska zgodovinska avantgarda, Ljubljana: Moderna galerija.

Muck, D., & Križanovskij, I. (2015). 3D-tisk. 1. izd. Ljubljana: Pasadena.

Muck, D. (2013). Razvoj aktivne in inteligentne embalaže. Embalaža & okolje, 81(21).

Muhovič, J. (2015). Leksikon likovne teorije: slovar likovnoteoretskih izrazov z ustreznici iz angleške,



Strokovni članek

ME – YOU – US: 1. in 2. modul

Lia Likar^{1*}, Zala Marolt¹, Elena Fajt¹, Tanja Nuša Kočevar¹, Alenka More¹, Nastja Sagadin Grmek¹, Marjeta Čuk¹

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: liasara9@gmail.com

Povzetek

ME-YOU-US je triletni Erasmus+ projekt, v katerem se osredotočamo na tri ključne teme: trajnost, vključenost in raznolikost, pri čemer uporabljamo napredna digitalna orodja. Prispevek predstavlja prva dva modula:

1. modul: ME - Osredotočamo se na osebni pogled na trajnost, vključenost in raznolikost. Skozi skupinsko delo in medpredmetno sodelovanje smo ustvarili kolekcijo vzorcev (črt) in digitalno kolekcijo oblačil, kjer smo eno od kreacij tudi realizirali. S pomočjo programa CLO3D smo optimizirali polaganje krojev na blago že v digitalni fazi, s čimer smo zmanjšali čas in odpadke materiala, ki nastanejo pri krojenju. Prav tako smo raziskovali povezavo med ročnimi in digitalnimi tehnikami, s posebnim poudarkom na osebnem prostoru in izražanju skozi oblikovanje.

2. modul: YOU – Ta modul smo razdelili na dva dela. V prvem delu smo poglobljeno razpravljali in raziskovali izzive ter priložnosti, povezane s trajnostjo in vključevanjem različnih marginaliziranih skupin, katerih potrebe so v modni industriji pogosto prezrte.

V drugem delu pa smo se posvetili uporabniku in celoten process izvedli digitalno. Poleg programa CLO3D smo raziskovali tudi programe za »body scanning«, kar nam je omogočilo natančno prilagajanje oblačil specifičnim potrebam končnega uporabnika. Sodelovali smo tudi s slovensko trajnostno znamko Mila.Vert.

Na konferenci bova predstavili najino izkušnjo in prednosti uporabe digitalnega orodja CLO3D, ki omogoča oblikovanje oblačil v virtualnem svetu. S pomočjo CLO3D smo v obeh modulih ustvarjali trajnostna in prilagojena oblačila brez fizičnih poskusnih modelov, s tem pa optimizirali oblikovalski in proizvodni proces.

Ključne besede: trajnostno oblikovanje; digitalna orodja; vključenost; sodelovanje

1 Uvod

Me - You - Us je triletni projekt, v katerem sodelujejo tri ustanove: Univerza v Ljubljani, NTF, Willem de Kooning Nizozemska in Design School Kolding Danska.

Namen projekta je združevanje in uporaba digitalnih orodij s pristopi trajnostnega oblikovanja, vključenosti in raznolikosti na področju modnega oblikovanja.

Končni cilj je ustvariti 9 modulov v obliki digitalne knjižnice, ki bo na voljo tudi širši javnosti.

Projekt izpostavlja tri glavne tematike: vključenost, trajnost in raznolikost, predstavljene skozi 3 različne perspektive: me (jaz), you (ti) in us (mi). Uresničitev naštetih konceptov je podkrepljena z uporabo sledenih digitalnih pristopov: 3D virtualno prototipiranje, »body scanning«, uporaba umetne inteligence in virtualne realnosti ter programa CLO3D.

2 CLO3D

CLO je 3D programska oprema za modno oblikovanje (CAD), ki omogoča ustvarjanje virtualnih in realističnih vizualizacij oblačil z naprednimi tehnologijami simulacijskega pogona za modno industrijo. Omogoča oblikovanje, vizualizacijo in simulacijo oblačil v 3D, brez potrebe po izdelavi fizičnih vzorcev. S tem se zmanjšajo odpadni material, čas in stroški, povezani z izdelavo prototipov oblačil. (CLO Official Site, n.d.)

V programu lahko oblikujemo širok spekter oblačil, od preproste obleke do tehnično dovršenih vrhnjih oblačil s kompleksnimi vzorci in konstrukcijo. Simulacijski mehanizem programa omogoča ustvarjanje dizajnov z neomejenim številom plasti in kompleksnimi detajli. Hkrati pa v CLO-ju lahko oblikujemo tudi modne dodatke – torbe, denarnice ipd. (Irendercs, 2021)

CLO uporabnikom omogoča dostop do 2D okna, kjer poteka oblikovanje in spreminjanje krojev, in okna s 3D pogledom silhuete na enem zaslonu hkrati. Vse spremembe v 2D se takoj simulirajo tudi v 3D. Tako lahko preverimo silhueto in jo popravimo že v razvojnem procesu, kar skrajša proces oblikovanja. Obenem pa se uporabnik sam odloči, v katerem oknu bo oblikoval in izvajal spremembe, 3D ali 2D. (Masterkey Virtual Fashion, n.d.)

CLO nudi dostop do obsežne knjižnice pogosto uporabljenih tkanin in pletenin, v katero lahko dodamo lastne materiale in vzorce, pridobljene na internetu ali pa jih sami skeniramo. Vsebuje tudi tehnike

končne obdelave, kot so obloge, nadšivi, gumbi, pliseji in različne možnosti prepogibanja materiala. (Irendercs, 2021)

3 Prvi modul: ME

Glavni poudarek prvega modula z naslovom ME je virtualno prototipiranje in odkrivanje osebnega prostora. Pri oblikovanju končnega izdelka, ki je zavzel obliko tako v realnem kot tudi v virtualnem svetu, smo združili klasične tehnike oblikovanja z novjšimi digitalnimi pristopi.

Proces se je začel in končal fizično, saj smo na ta način lažje prepoznali prednosti digitalnega oblikovanja. Sprva smo vsak zase ustvarjali variacije obleke A-linije na lutkah v razmerju 1:4, kjer smo se spoznali z glavnimi tehnikami modelacije krojev in hkrati razvijali svojo kreativnost. Sledilo je digitalno oblikovanje vzorcev in vezenin v Photoshopu. Na ta način smo postopoma prešli iz fizičnega v digitalno oblikovanje.

Uvodnemu izobraževanju o CLO3D je sledilo pretvarjanje znanj modelacije krojev v digitalno obliko. Program nam je omogočil ustvarjanje novih krojev in preizkušanje različnih dizajnov brez odpadka ter vračanje na prejšnje korake v procesu. Slednje v realnem svetu ni mogoče, saj odrezanega blaga ne moreš več vrniti v prvotno stanje. Program uporabniku na ta način dovoljuje napake, ne da bi te zaustavljale kreativni proces in prinašale dodaten strošek.



Slika 1: Končna kolekcija oblikovana v CLO - Julia, Taša, Neža in Lia

Odkrivanje osebnega prostora se je najbolj izražalo, ko smo želenim krojem oblek začeli dodajati virtualne materiale, vzorce in vezenine. Lahko smo uporabili že obstoječe, vendar pa je bila zaželena uporaba lastnih. V oblikovanju kolekcije smo se torej v največji meri poslužili uporabe lastnih vezenin in črtastih vzorcev, nastalih v Photoshopu. To je prikazano tudi na sliki 1, kjer lahko vidimo uporabo različnih črtastih vzorcev in vezenin ene od skupin.

Končni rezultat so sestavljali fizični izdelki v obliki modeliranih 1:4 oblek A-linije vsakega člana in skupna končna kreacija vseh 4 članov. Slika 2 tako prikazuje končno kreacijo ene od skupin, ki je bila izvedena v fizični obliki. Zaključek prvega dela projekta pa so sestavljali tudi digitalni izdelki kot kolekcija vzorcev in vezenin, kolekcija šestih silhuet vsakega para in končna kolekcija 6 silhuet, ki je prikazovala združeno delo skupine. (University of Ljubljana Faculty of Natural Sciences and Engineering et al., n.d.)



Slika 2: Končno oblačilo v fizični obliki - Julia, Taša, Neža in Lia

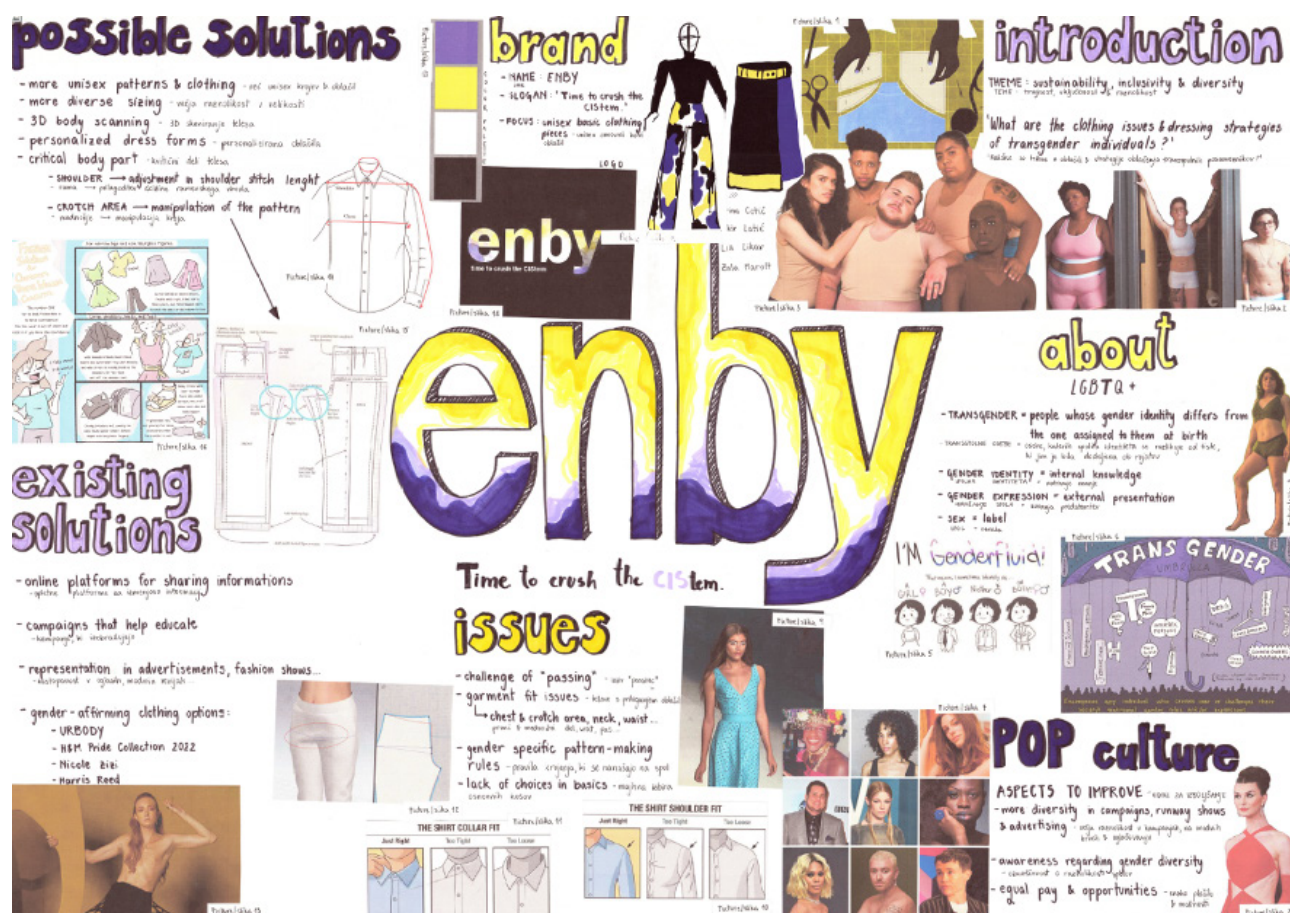
4 Drugi modul: YOU

Modul YOU se deli na dva dela, katerih glavna tematika je 'body scanning'. V ospredje postavlja uporabnika, kar je za nas pomenilo osredotočanje na vključenost in raznolikost znotraj mode in modne industrije.

Prvi del je teoretičen. Študenti smo v skupinah raziskovali in poglobljali razumevanje potreb različnih marginaliziranih skupin na področju mode. Teme, predstavljene v obliki plakatov in seminarja, so vključevale težave transspolnih oseb in oseb s posebnimi potrebami, dostopnost in prepoznavnost lokalnih modnih oblikovalcev ter težave s prileganjem oblačil - dolžina, širina. Plakat o transspolnih osebah in njihovih težavah ter možnih rešitvah na področju mode je prikazan na sliki 3.

Hkrati smo se spoznali tudi z različnimi aplikacijami za skeniranje teles in sami preizkusili njihovo uporabnost. Ugotovili smo, da so za potrebe modne industrije zaenkrat še premalo razvite, saj jim manjkajo funkcije za merjenje, skeni so nepopolni ali pa so plačljive. Prisotna je tudi težava z osebnimi podatki in nadaljnjo uporabo skenov pri oblikovanju oblek. Predstavljen nam je bil tudi 3D skener, ki je dražji in posledično nedostopen večini ljudi, vendar je njegova učinkovitost neizbežno boljša.

Drugi del je združeval uporabnika in industrijo. V celoti je potekal digitalno, saj smo uporabljali CLO3D in avatarja končnih uporabnikov. Naša naloga je bila oblikovanje kolekcije za končnega uporabnika v imenu slovenske trajnostne znamke Mila.Vert. Prvi izziv je predstavljalo ustvarjanje v imenu znamke, kar je pomenilo sledenje vrednotam in že oblikovani estetiki. Drugi izziv je bil končni uporabnik. V skupinah smo oblikovali za Evo ali Adama, katerih glavno odstopanje od konfekcijske mode je bila višina. Sledilo je oblikovanje kolekcij, ki so morale zadostiti tako željam končnih uporabnikov kot identiteti znamke. Izdelali smo različne vzdušne kolaže in kolekcijo osmih silhuet, štiri od teh so bile realizirane v CLO3D-ju. Silhete v CLO-ju ene od skupin so prikazane na sliki 4.



Slika 3: Plakat o težavah v modni industriji ene od marginaliziranih skupin - Zala, Lia, Brina in Akir



Slika 4: Končna kolekcija v CLO programu modula YOU - Zala, Lia, Brina in Akir

Digitalni programi omogočajo precej dobro podlago za izdelovanje oblačil po meri. CLO ponuja možnost uvoza lastnega avatarja, kar vključuje tudi mere. To je ključno, saj med modifikacijo krojev in oblikovanjem oblačil konstantno sledimo spremembam tako na kroju kot na avatarju, kroji pa so avtomatsko narejeni po merah avatarja. V fizični izvedbi nam tako ni treba ponovno modificirati krojev oziroma le v manjši meri. (University of Ljubljana Faculty of Natural Sciences and Engineering et al., n.d.)

5 Zaključek

V prvih dveh modulih programa smo pridobili temeljna znanja in spretnosti, ki nas uvajajo v svet digitalnega oblikovanja oblačil ter trajnostnih praks v modi. Z uporabo programa CLO3D smo se naučili, kako ustvariti digitalne prototipe, ki so koristni pri optimizaciji procesa oblikovanja in zmanjšanju materialnih odpadkov. »Body scanning« je pomemben predvsem z vidika modne industrije, saj nam omogoča prilagajanje oblačil specifičnim potrebam uporabnikov. Skozi sodelovanje z blagovno znamko Mila.Vert pa smo razvijali sposobnosti sodelovanja tako s potrošniki kot z delodajalci, kar je dragocena izkušnja za naš nadaljnji razvoj.

Pridobljene spretnosti vključujejo ne le tehnični del, ampak tudi ozaveščenost o trajnostnih pristopih in pomembnosti vključevanja marginaliziranih skupin v modni industriji. Program CLO3D postaja nepogrešljivo orodje za ustvarjanje trajnostnih oblačil in za premostitev vrzeli med oblikovanjem in proizvodnjo. Oba modula sta izpostavila tudi pomen sodelovanja med različnimi deležniki, kar je osnova za uspeh v sodobni modni industriji.

V šolskem letu 2024/25 nas čaka še tretji, zadnji modul. V njem bomo poglobili znanja, ki smo jih pridobili doslej in še naprej raziskovali trajnostne prakse ter digitalne tehnike, ki jih bomo nadgradili z uporabo programa Blender in umetne inteligence.

6 Viri

University of Ljubljana Faculty of Natural Sciences and Engineering, Willem de Kooning Academy Rotterdam University of Applied Sciences, & Design School Kolding. (n.d.). Digital Fashion Education - Me-You-Us. Najdeno 10. septembra 2024 na spletnem naslovu: <https://www.me-you-us.education/about>.

Irendercs. (2021). An Overview of CLO 3D Fashion Design Software. Najdeno 13. septembra 2024 na spletnem naslovu: <https://irendering.net/an-overview-of-clo-3d-fashion-design-software/>.

Masterkey Virtual Fashion. (n.d.). CLO 3D Fashion Design Program Software CLO. Najdeno 13. septembra 2024 na spletnem naslovu: <https://masterkey.com.tr/en/masterkey/clo/>.

CLO Official Site. (n.d.). CLO: 3D Fashion Design Software. Najdeno 13. septembra 2024 na spletnem naslovu: <https://www.clo3d.com/en/>.

University of Ljubljana Faculty of Natural Sciences and Engineering, Willem de Kooning Academy Rotterdam University of Applied Sciences, & Design School Kolding. (n.d.). Work Package 1 (UL) - Me-You-Us. Najdeno 10. septembra 2024 na spletnem naslovu: <https://www.me-you-us.education/me-wp-1-ul>.

University of Ljubljana Faculty of Natural Sciences and Engineering, Willem de Kooning Academy Rotterdam University of Applied Sciences, & Design School Kolding. (n.d.). YOU: Work Package 3 (UL) - Me-You-Us. Najdeno 14. septembra 2024 na spletnem naslovu: <https://www.me-you-us.education/you-wp3-ul>.



Strokovni članek

Virtualna ženska kolekcija Rayado

Vanessa Mohorič¹*, Elena Fajt¹, Tanja Nuša Kočevar¹

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: vanesamohoric@gmail.com

Povzetek

Prispevek vključuje oblikovanje in virtualno realizacijo ženske kolekcije, poimenovane Rayado. Kolekcija in celoten proces oblikovanja vključujeta različne trajnostne pristope: digitalno oblikovanje, uporabo odpadnih plastičnih vrečk in virtualno realizacijo kolekcije. Kolekcija zajema dvanajst silhuet, od katerih so izvedene tri. Inspiracija za oblikovanje kolekcije izhaja iz cirkusa. Le-ta se manifestira v črtah, ki so zelo pomemben likovni element celotne kolekcije in se vključujejo od raziskave do izdelave končne kolekcije. Koncept oblikovanja temelji tudi na raziskavi plastike, saj je danes to eden največjih problemov v modi kot tudi v vseh ostalih panogah industrije.

Pri materialih je potrebno omeniti ESD plastične vrečke, ki so odpadne vrečke in ki bi se ob realizaciji kolekcije ponovno uporabile ter dodale trajnostno vsebino kolekciji. Ta material je upodobljen virtualno, kot je tudi konča vizualizacija kolekcije. Končni rezultat je torej virtualna ženska kolekcija modnih oblačil, predstavljena v 3D modelih narejenih v programu Marvelous designer ter virtualnih upodobitvah fotografij v programu Blender.

Glavne besede: trajnost, črte, plastika, ženska kolekcija, virtualno oblikovanje

1 Uvod

Projekt odraža proces raziskovanja tem cirkusa in plastike, pri čemer je vpliv cirkusa močno prisoten skozi različne vzorce linij, živahne barve in naravne materiale v kontrastu s plastiko. Razvoj kolekcije je prikazan s dvanajstimi skicami in tremi virtualnimi modeli, ustvarjenimi v programu Marvelous Designer, ter končnimi upodobitvami v programu Blender, ki predstavljajo mojo vizualno zgodbo.

2 Razvoj in koncept kolekcije Rayado

2.1 Koncept kolekcije

Kolekcija Rayado je elegantna linija ženskih oblačil navdihnena z dvema temama: cirkusom in plasti-

ko. S pomočjo barv in vzorcev sem želela prikazati vzdušje cirkusa, pri čemer so črte, prisotne na šotarih in kostumih, postale osrednji motiv.

Naprej sem raziskovala plastiko, ki me zaradi njenih slabih vplivov na naravo sprva ni navdušila. Čeprav sem mnenja, da plastika ne spada v modo, sem vseeno našla vrsto plastičnih vrečk, ki sem jih lahko uporabila v svoji kolekciji. Gre za antistatične vrečke, ki se predvsem uporabljajo za pakiranje računalniških komponent. To so antistatično razelektrivne vrečke, ki so na zunanji plasti narejene iz poliestra, na notranji strani pa je nanešena plast aluminijevih delcev. Vrečke so polprosojne in se ob nanosu na blago svetlikajo metalno, kar prikazuje slika 1.

2.2 Razvoj kolekcije

Kolekcija Rayado je ženska modna linija za pomlad/poletje 2024, ki vključuje plašče, suknjiče, sraj-

ce, krila, hlače in brezrokavnike. Kroji izhajajo iz osnovnih ženskih oblik, preoblikovanih v neklasične silhuete. Cilj je ustvariti elegantna oblačila, ki so barvita in inovativna. Poudarek je na preoblikovanju plastičnih vrečk; vzorci iz prozornih vrečk s črnim potiskom so uporabljeni za potisk na belem blagu. S tem namenom želim opozoriti na problematiko plastike in ponovno uporabiti stare vrečke. Ime Rayado, kar v španščini pomeni črtast ali progast, odraža rdečo nit kolekcije. Inspiracija cirkusa simbolizira nered in kaos zaradi odpadne plastike, medtem ko črte prinašajo red in jasno pot od začetka do konca. S kolekcijo želim prikazati red v neredu sodobnega sveta.



Slika 1: ESD vrečka nanešena na blago (osebni arhiv)

2.3 Vzdušje kolekcije

Vzdušje moje kolekcije temelji na barvah in vzorcih iz cirkusov. Ohranila sem cirkuško atmosfero z uporabo linij, prisotnih v kostumih in šotorih. Barvna paleta vključuje rdečo, pastelno modro, rumeno in bež, ki izhajajo iz šotorov. Kolekcija združuje vzdušji cirkusa in plastike, kar ji daje edinstveno podobo in obliko.

2.4 Silhuete in detajli

Inspiracija za silhuete leži na podlagi elegantnih ženskih oblačil. Take kose oblačil sem raziskovala ter iskala načine, kako jim dodati nov in svež videz. Krojne dele sem razrezovala in podaljševala ter jim dodajala nove elemente. Tako sem dobila svojo silhueto, ki je namenjena ženski, ki želi imeti klasična, urejena in elegantna oblačila, a želi vseeno izstopati iz množice. Oblačilni kosi so do neke mere preveliki ("oversized"), zato jih lahko tudi sami preoblikujemo z dodajanjem pasov ali platenjem različnih kosov en čez drugega.

2.5 Ciljna skupina

V kolekciji sem se osredotočila na sodobno žensko, ki želi biti drzna, a ohraniti klasično eleganco. Prikazati sem želela močno žensko, ki se ne pusti omejevat družbi in se sama odloča, kako se predstavi svetu. Moja ciljna publika so samozavestne in ponosne osebe, ki želijo s svojimi oblačili poudariti individualnost. Igralka Blake Lively pooseblja to vizijo in je izbrana kot predstavnica moje ciljne skupine.

2.6 Materiali

Pri izbiri materialov za kolekcijo mi je bilo pomembno, da so bili predvsem naravni materiali. Ta izbira materialov je dala kolekciji ravnovesje med plastiko na eni strani ter naravnimi materiali na drugi strani. Uporabljeni materiali so večinoma tanjši in mehkejši, saj je kolekcija narejena za pomlad/poletje. Najprej sem raziskala materiale v fizični obliki, ki se bi prilagajali kolekciji, če bi morda kasneje želela izdelavo v fizični obliki.

2.7 Barvna paleta

Barvna paleta kolekcije združuje svetle in temne ter živahne in pastelne barve. Vsaka silhueta vključuje kombinacije svetlih in temnih odtenkov. Osnovni barvi sta bela in črna, obogatena z rdečo, rumeno in modro. Rdeča je nasičena, medtem ko sta modra, rumena in roza pastelna. Nežni bež in rjavi odtenki povezujejo vse barve. Cilj je ustvariti živahno in barvito kolekcijo, ki hkrati ostaja elegantna in klasična.

2.8 Vzorci

V kolekciji sem uporabila dva različna vzorca, črte in vzorec potiskane plastike. Vzorec črt sem uporabila v različnih barvnih kombinacijah ter v različnih velikostih. Zanimala me je kombinacija različnih velikosti vzorcev ter, kako bodo vplivali na končno silhueto. Vzorec potiskane plastike sem uporabila, saj me je spominjal na kariraste cirkuške kostume. Zraven vzorca plastike sem uporabila tudi znak za plastiko PET.

2.9 Modne in tehnične skice kolekcije

2.9.1 Line-up kolekcije

Prva slika (slika 2) prikazuje razpored ("line-up") dvanajstih silhuet kolekcije spredaj.

3 Virtualno oblikovanje izbranih modelov in upodobitev kolekcije

Virtualna kolekcija obsega tri modele: prvi model vključuje kratke hlače in trenčkot, drugi kombinezon in plašč, tretji pa krilo in suknjič. Vsak kos sem izdelala v programu Marvelous Designer, kjer sem preoblikovala osnovne kroje oblačil. Kroje sem prilagodila s spreminjanjem velikosti in oblik, da so ustrezali tehničnim skicam. Dodala sem materiale v specifičnih barvah in vzorcih, pri čemer sem se osredotočila na plastičen material, ki sem ga oblikovala sama. Uporabila sem keper teksturo, svetlečo srebrnkasto barvo ter vektorski vzorec PET iz programa Illustrator. Na koncu sem posamezne kose združila na modele in jih pripravila za izvoz v program Blender, kjer so nastale končne upodobitve. Končne upodobitve prikazujejo slike 3-6.



Slika 2: Line up kolekcije spredaj



Slika 3: Virtualna fotografija 1 (osebni arhiv)



Slika 4: Virtualna fotografija 2 (osebni arhiv)



Slika 5: Virtualna fotografija 3 (osebni arhiv)



Slika 6: Virtualna fotografija 4 (osebni arhiv)

4 Rezultati in zaključek

4.1 Trajnostni elementi v kolekciji Rayado

Kolekcija Rayado vključuje več trajnostnih elementov, ki se manifestirajo skozi različne pristope v oblikovanju. Ključni trajnostni vidiki te kolekcije so:

4.1.1 Uporaba odpadnih materialov

Eden od osrednjih trajnostnih elementov kolekcije je uporaba odpadnih plastičnih vrečk, znanih kot ESD vrečke, ki se običajno uporabljajo za pakiranje računalniških komponent. Te vrečke so bile ponovno uporabljene v procesu oblikovanja, kar zmanjšuje potrebo po novem materialu in zmanjšuje količino odpadkov. S tem pristopom se ne le zmanjšuje okoljski odtis, ampak tudi opozarja na problematiko plastike v modi.

4.1.2 Digitalno oblikovanje

Kolekcija je bila ustvarjena v virtualnem okolju s pomočjo programov Marvelous Designer in Blender. Virtualno oblikovanje omogoča hitrejše prototipiranje in prilagajanje modelov, kar zmanjšuje odpadke in povečuje učinkovitost proizvodnje.

4.1.3 Poudarek na raziskovanju in izobraževanju

Kolekcija Rayado ne le da ponuja modne kose, temveč tudi izobražuje o problemih plastike in hitre mode. Z raziskovanjem zgodovine cirkusa in vpliva plastike na okolje, kolekcija spodbuja zavedanje o trajnostnih praksah v modi. S tem se odpira pot za druge oblikovalce, da razmislijo o svojih praksah in potencialu za trajnostno inovacijo.

4.1.4 Kombinacija naravnih in umetnih materialov

Pri izbiri materialov je bila postavljena ravnotežna kombinacija naravnih in umetnih materialov. Ta pristop ne le da ohranja estetsko vrednost kolekcije, temveč tudi poudarja pomembnost trajnostne izbire pri oblikovanju oblačil. Naravni materiali so bili uporabljeni v kombinaciji s plastičnimi elementi, kar ustvarja kontrast in hkrati opozarja na problematiko plastike.

Z vsemi temi elementi kolekcija Rayado predstavlja inovativen pristop k trajnostni modi, ki se osredotoča na ponovno uporabo materialov, digitalno oblikovanje in izobraževanje o okoljskih izzivih.



Strokovni članek

Tipnost slikarstva

Marko Morales Kalamar^{1*} & Boris Beja²

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

²Pionirski dom – Center za kulturo mladih in samozaposlen v kulturi

* Kontaktna oseba: kalamarkommk@gmail.com

Povzetek

Vazno slikarstvo je bilo med prvimi, ki so ga upodabljali na površini preko vzorcev in figuralnih upodobitev, ukvarjalo na neki način tudi z oblikovanjem prvih embalaž, v obliki amfor, vrčev in keramičnih skled. S stenskih površin je umetnost prestopila na površino uporabnih predmetov. Preslikava Kosovelovega portreta, ki je bila najprej upodobljena na keramiki in v nadjelvanju še naslikana z akrilom na papirju, je bila naš navdih. Upodobljena kot matrica s postopkom prostorskega modeliranja. Površinskost slike, naslikane kot del klaviature, z geometrijo dopolnjujejo tudi krivulje, ki smo jih z vektorizacijo predstavili v polje 3D-modeliranja. Ploskovitost pa se je dopolnila z eksperimentiranjem v različnih odstopanjih višin glede na talno, tiskarsko površino.

V odtisu na belem objektu so močne kontraste zamenjali kontrasti v oblikotvornosti, sopostavitvah form, ki v molovski tonaliteti igrajo konstruktivistično pripoved v dialogu z durovsko slikarskim izhodiščnim prispevkom.

Likovna ustvarjalnost v vseh svojih realizacijah vključuje prevode iz vizualnega v likovno in obratno. Naš cilj je bil predstaviti slikarsko delo tudi v relief, da bi tako lahko bil na voljo tudi slepim in slabovidnim. Trajnost razmišljamo preko materiala oziroma zavedanja, da z likovnostjo lahko spreminjamo vsakdan posameznika, mu ga z umetnostjo dopolnjujemo, z duhovnim nadgrajujemo (Muhovič, 2015).

Zato smo se odločili, da v digitalnem okolju ustvarimo prevod in ga v obliki digitalnih zapisov lahko delimo različnim skupnostim, v vsakem času in prostoru, s tem pa ko delimo svoje vsebine preko svetovnega spleta, dosegamo tudi manjši ogljični odtis. Prav dostopnost je bila ena od vodilnih ciljev naše raziskave, ki smo jo navezali z vaznim slikarstvom tudi na oblikovanje embalaže. Ob tem pa smo stremeli k temu, da bi se čim bolj približali slikarskemu izvirniku in tako ponudili v našem izdelku nadgradnjo likovnosti, s prostorskim in digitalnim odtisom.

Ključne besede: Akrilna slika, digitalizacija slikarstva, 3D modeliranje, tipna slika, 3D tiskovina, vizualna zaznava

1 Uvod

Umetnost in tehnologija sta v zgodovini vedno nastopali druga ob drugi. Umetniška ustvarjalnost je pogosto spodbujala tehnološke napredke, danes pa umetnost izkorišča sodobne tehnologije za razširjene možnosti izražanja (Beja, 2023).

Ta projekt združuje klasično slikarstvo in 3D tehnologijo ter temelji na delih dveh slovenskih umetnikov – Srečka Kosovela in Avgusta Černigoja. Černigoj, eden vodilnih konstruktivistov, je ustvaril portret Kosovela, ki je navdihnil Matejo Duhovnik pri ustvarjanju poslikave keramične vaze in akrilne slike (slika 1). Slednja nam je služila kot referenčni osnutek za tridimenzionalni relief, kjer gre za kiparsko delo,

kjer oblike niso prostostoječe, temveč se dvigujejo iz ploskovite podlage (Muhovič, 2015). Naš cilj je bil prenesti dvodimenzionalno umetniško delo v tridimenzionalni prostor in ga narediti dostopnega tudi tistim, ki umetnost zaznavajo prek dotika.

Projekt vključuje uporabo digitalnih orodij, kot je Blender, za natančno modeliranje, ter 3D tiskalnik, ki je to digitalno podobo prenesel v fizično obliko. Poleg tehničnih izzivov smo upoštevali tudi trajnostni vidik. 3D tisk omogoča natančno izdelavo brez nepotrebnih odpadkov, kar prispeva k bolj trajnostnemu ustvarjanju. Naša naloga je bila reinterpretirati izvirnik v novo, otipljivo obliko. Tiskanje smo izvedli tako vertikalno kot horizontalno, pri čemer se je vertikalno tiskanje izkazalo za učinkovitejše.

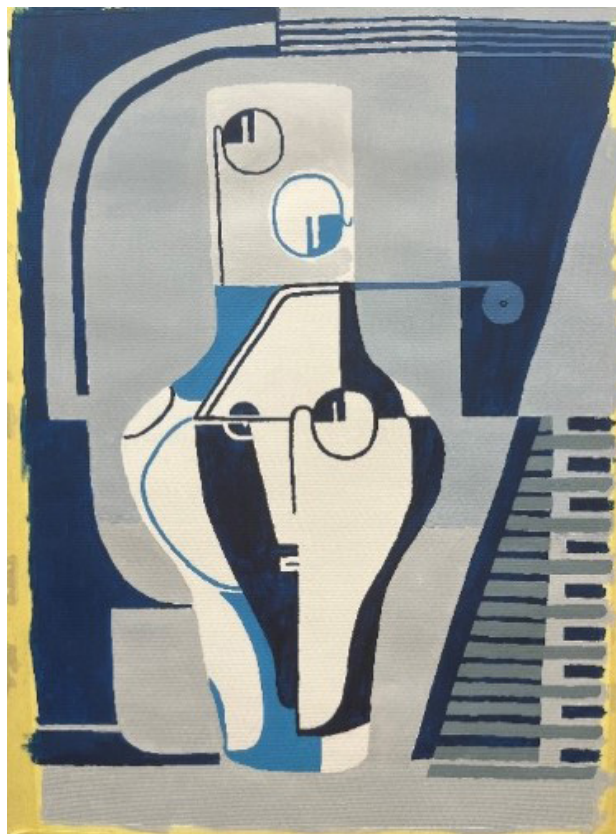
2 Metodologija

2.1 Inspiracija

Projekt temelji na prepletu slovenskega slikarstva in sodobnih tehnologij oblikovanja. Osrednja figura je Srečko Kosovel, radikalni pesnik, ki je vplival na umetnike, kot je Avgust Černigoj, vodilni konstruktivist v Sloveniji. Černigojev portret Kosovela je simbol eksperimentalnega pristopa v umetnosti, uporabljen v različnih grafičnih rešitvah, kot so slovenski potni list in muzejska zbirka v Tomaju.

Černigojeva podoba je bila vir našega dela. Najprej je bila upodobljena na keramični vazi v tehniki engobiranja, nato pa je naslikana v tehniki akrila služila kot referenca za 3D model. Naš cilj je bil prenesti umetniško delo iz 2D v 3D obliko in omogočiti ob vizualni tudi tipno izkušnjo. S tem smo ustvarili doživetje, kjer oblike niso več barvne, temveč reliefne in otipljive, povezane s kiparstvom. Pri snovanju smo se osredotočili na geometrijske elemente, značilne za Černigojev slog, in jih prenesli na površino vaze ter ozadje. Linije in oblike iz izvirne slike so postale tridimenzionalna tekstura, ki bogati izkušnjo z dotikom. Združili smo tradicionalne likovne prvine z 3D modeliranjem in tiskom.

Pri delu smo premišljevali prostorske odnose. Likovne spremenljivke so se dopolnile z volumni, kar je bil izziv pri ustvarjanju nove celote. Rezultat je preplet lahkotnih organskih oblik s težkimi geometrijskimi liki oz. oblikami (Muhovič, 2015).



Slika 1: Referenčna slika Mateje Duhovnik

2.2 3D modeliranje

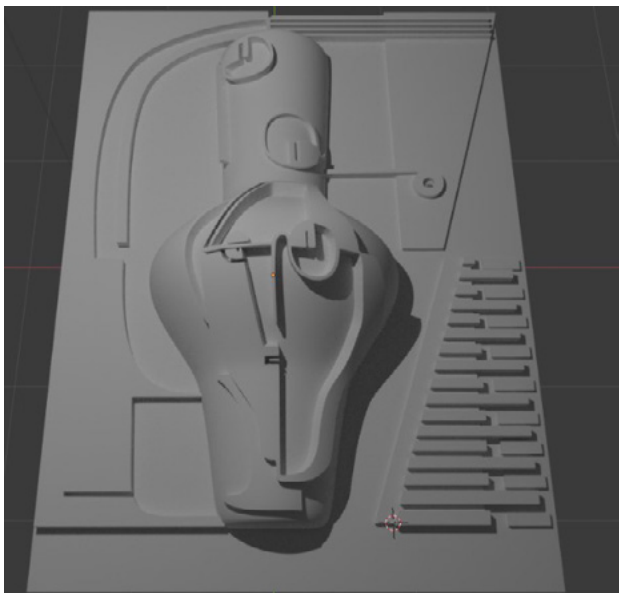
Za 3D modeliranje smo uporabili Blender, ki je omogočil natančno digitalno upodobitev elementov iz referenčne 2D slike. Prvi korak je bil oblikovanje podlage – pravokotnega območja, na katero smo postavili likovne elemente in razpolovljeno vazo. Podlaga, pomanjšana v razmerju slikarskega dela, je služila kot ključna omejitev za postavitev vseh elementov modela.



Slika 2: Podlaga in vaza ter elementi Černigojevega Kosovela

Referenčno umetniško delo smo razdelili na posamezne elemente, ki smo jih prenesli v tridimenzionalni prostor (slika 2). Nekatere elemente smo natančno postavili na površino vaze, s čimer smo ustvarili tipno zaznavne površine, ki izstopajo iz vaze. Osrednji element je dopolnjen z elementi na podlagi, kar ustvarja večplastno kompozicijo z dodatno globino.

Pri modeliranju je bilo pomembno, da se likovni elementi prilagodijo ukrivljeni površini vaze. To je zahtevalo več korakov prilagajanja v Blenderju, zlasti pri dodajanju poligonov za gladke prehode. Vsak element smo nato transformirali v 3D prostor z dodajanjem višine, kar je zahtevalo natančnost pri merjenju in prileganju. V digitalnem prostoru smo se na neki način srečevali s klasičnimi kiparskimi postopki, kjer je modeliranje z glino nadomestila »miška«.



Slika 3: Končni 3D model v programu Blender

Končni 3D model, prikazan v sliki 3, združuje kompleksne likovne elemente, razporejene med površino vaze in podlago, kjer se srečujemo z geometrijskimi oblikami. Ustvarili smo tridimenzionalno umetnino, ki omogoča tipno zaznavo in ohranja zvestobo izvirni referenčni sliki. Naša naloga ni bila likovna virtuoznost, temveč čim boljša približava izvirniku Mateje Duhovnik (Muck & Križanovskij, 2015).

2.3 Tisk

Za izdelavo 3D vaze smo uporabili bel plastični material, ki je poudaril tipno zaznavo oblik in reliefa namesto barvne skale izvirne umetnine. Plastični filament je bil idealen zaradi svoje vzdržljivosti in prilagodljivosti, kar je omogočilo natančno upodobitev reliefa. 3D tiskanje z uporabo plastike velja tudi za bolj trajnostno, saj omogoča izdelavo natančnih oblik brez odvečnih materialov.

Prvi poskus tiska je pokazal težave s kakovostjo zaradi neustrezne orientacije modela na tiskalni plošči. Model smo sprva tiskali horizontalno, kar je povzročilo popačenje reliefa, zlasti na vazi. Po prilagoditvi orientacije v vertikalno smer smo dosegli znatno boljši rezultat. Kakovost tiska smo izboljšali z večjim številom poligonov v modelu, kar je omogočilo natančno upodobitev tudi manjših oblik. Pazili smo tudi, da tiskani elementi niso bili premajhni, kar bi lahko ogrozilo jasnost reliefa.

Po tiskanju je sledilo ročno brušenje površine, kar je omogočilo gladek in natančen končni videz. Končni izdelek je izstopal z jasnimi reliefnimi detajli, ki so poudarili tipno zaznavo in omogočili bogato izkušnjo dotika. Projekt smo predstavili na razstavi Avgust spomladi v Galeriji ZDSLU Klet, kjer smo ga razstavili ob izvirniku (slika 4).



Slika 4: Tiskana umetnina ob izvirniku v Galeriji ZDSLU Klet

3 Rezultat in zaključek

Končni rezultat projekta je 3D reinterpretacija izvirne slike. Z ustvarjanjem vaze s Černigojevim portretom Kosovela smo ponudili novo dimenzijo doživljanja umetnine, tako za ljudi, ki umetnost zaznavajo z vidom, kot za tiste, ki se zanašajo na tipno zaznavo. Reliefni elementi na površini vaze omogočajo bogato tipno izkušnjo in odpirajo drugačne načine interakcije z občinstvom.

Poleg estetske vrednosti smo poudarili tudi trajnostni vidik. Naš cilj je bil navdušiti ustvarjalce za ustvarjanje umetniških del, ki so dostopna širši skupnosti, tudi tistim z omejitvami. 3D tiskanje omogoča izdelavo natančnih in unikatnih oblik brez odpadkov, kar prispeva k trajnostnemu pristopu k umetnosti. Digitalna podoba umetnine omogoča tudi distribucijo v digitalnem prostoru, brez fizičnih omejitev, s čimer zmanjšuje okoljski vpliv. Lahko bi služila tudi kot didaktični pripomoček v izobraževanju (Pivar et al. 2022).

Na koncu smo ustvarili izdelek, ki ne le ohranja bistvo izvirnika, temveč ponuja nov način doživljanja umetnosti. Združili smo tradicionalne likovne prvine s sodobnimi tehnološkimi pristopi in dosegli celovit ter trajnostno naravnani rezultat.

4 Viri

Beja, B. (2023). Praznovanje v interpretaciji otroške likovnosti: 7. LIKfest: Likovni festival Pionirskega doma. Ljubljana: Pionirski dom – Center za kulturo mladih.

Moderna galerija. (1998). Tank!: slovenska zgodovinska avantgarda, Ljubljana: Moderna galerija.

Muck, D., & Križanovskij, I. (2015). 3D-tisk. 1. izd. Ljubljana: Pasadena.

Muck, D. (2013). Razvoj aktivne in inteligentne embalaže. Embalaža & okolje, 81(21).

Muhovič, J. (2015). Leksikon likovne teorije: slovar likovnoteoretskih izrazov z ustreznici iz angleške, nemške in francoske terminologije. Celje: Celjska Mohorjeva družba.

Pivar, M., Muck, D., & Gregor-Sveteč, D. (2022). Postopek izdelave samo-sestavljivih teles: patent SI 26028 A, 2022-01-31



Strokovni članek

Izmenjevalnice oblačil: korak k bolj trajnostni modi

Tajda Pavletič^{1*} & prof. Elena Fajt¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: tp30112@student.uni-lj.si

Povzetek

Prekomerna proizvodnja in potrošnja oblačil predstavljata enega izmed najresnejših okoljskih izzivov sodobne družbe, kar vodi do kopičenja tekstilnih odpadkov, povečanih emisij toplogrednih plinov ter izčrpavanja naravnih virov. Modna industrija, ki prispeva k 10 % globalnih emisij in porabi 20 % svetovne vode, ima uničujoč vpliv na okolje, poleg tega pa ustvarja slabe delovne pogoje, zlasti v državah v razvoju. Prispevek ponuja pregled trajnostnih rešitev, ki bi pripomogle k spremembi odnosa do mode in oblačil, pri čemer je poudarek na ponovni uporabi in izmenjevanju oblačil. V okviru projekta je bila analizirana vloga izmenjevanja oblačil in raziskane možnosti za vzpostavitev lokalnih izmenjevalnic s pomočjo spletne platforme, ki ponuja celovita navodila, orodja in podporo za organizacijo lokalnih izmenjevalnic oblačil. Platforma vključuje funkcionalnosti, kot so navodila za organizatorje, zemljevid obstoječih izmenjevalnic ter forum za izmenjavo idej in nasvetov med člani skupnosti. Spletna platforma ima dvojno vlogo: po eni strani spodbuja ozaveščenost o trajnostni modi in zmanjšanju tekstilnih odpadkov, po drugi strani pa omogoča socialno povezovanje in sodelovanje znotraj lokalnih skupnosti. Organizacija izmenjevalnic zajema podjetja, šole, fakultete in druge institucije. Izmenjevalnice prispevajo k širjenju zavesti o pozitivnih vplivih trajnostne mode, hkrati pa omogočajo bolj odgovorno in premišljeno potrošnjo oblačil. S tovrstnimi pobudami se odpira možnost za širitev trajnostnih praks in zmanjšanje negativnih vplivov modne industrije na globalni ravni, kar bi lahko dolgoročno prispevalo k pomembnemu zmanjšanju tekstilnih odpadkov in potrošnje.

Ključne besede: trajnostna moda, izmenjevalnice oblačil, tekstilni odpadki, trajnostna uporaba, lokalne skupnosti, spletna platforma

1 Uvod

Poraba tekstila v Evropi sodi med glavne onesnaževalce okolja in ima enega največjih vplivov na podnebne spremembe ter porabo naravnih virov. (European Environment Agency, 2022) Ena izmed možnih rešitev za zmanjšanje negativnega vpliva modne industrije na okolje je povečana uporaba oblačil iz druge roke, ki jih je mogoče pridobiti bodisi v trgovinah z rabljenimi oblačili bodisi prek različnih oblik blagovne menjave. Takšne oblike izmenjave so lahko organizirane na več načinov – znotraj družine, med prijatelji, preko spletnih platform ali pa v okviru organiziranih izmenjevalnic, ki pridobivajo vse večjo priljubljenost.

V okviru projekta, razvitega pri predmetu Celostno razmišljanje in delovanje, smo se osredotočili na spodbujanje izmenjevalnih praks ter ozaveščanje o pomenu trajnostne uporabe oblačil. V ta namen smo zasnovali platformo, ki uporabnikom nudi celovita navodila za organizacijo lastnih lokalnih izmenjevalnic. Platforma ne le spodbuja zavest o trajnostni modi, temveč tudi krepi občutek skupnosti in povezuje posameznike z enakimi vrednotami in cilji.

2 Pregled problematike

Modna industrija zajema približno 20 % svetovne porabe vode in prispeva 10 % svetovnih emisij, kar jo postavlja med glavne onesnaževalce zraka. Le-

tno je proizvedenih kar 150 milijard novih kosov oblačil in ob tem 93 milijonov ton odpadkov. Le 15 % oblačil se reciklira ali ponovno uporabi, medtem ko nakup novih oblačil raste. Ljudje danes kupujemo 60 % več oblačil kot pred 15 leti. V Sloveniji je leta 2019 vsak prebivalec zavrnil povprečno 12,3 kg tekstila, kar kaže na obsežnost problema tudi na lokalni ravni. Hkrati kar 30 % oblačil v naših omara ostane neoblečenih eno leto ali več. (European Environment Agency, 2022).

Modna industrija vpliva tudi na delovne pogoje, zlasti v državah v razvoju. V Bangladešu obstaja 5.000 tovarn, ki proizvajajo oblačila za zahodne trge. Večino delovne sile, kar 85 %, predstavljajo ženske, ki pogosto prejemajo zelo nizke plače — minimalno plačilo je 3 \$ na dan. To je ena izmed najbolj delovno odvisnih industrij na svetu, kjer delavke pogosto delajo v težkih in smrtno nevarnih razmerah. (Ourgoodbrands, 2021)

Ena od rešitev za zmanjšanje vpliva modne industrije na okolje je uporaba oblačil iz druge roke (angl. second-hand).

3 Izmenjevanje oblačil v preteklosti in danes

V preteklosti je bil odnos do oblačil precej drugačen kot danes: pred industrijsko revolucijo so bila oblačila izredno dragocena. Nošena so bila celo življenje, podarjena iz generacije v generacijo in pogosto predelana in popravljena. Korenine hitre mode segajo v industrijsko revolucijo, ko so tehnološki napredki omogočili hitrejšo in cenejšo proizvodnjo, proizvodnjo konfencijskih oblačil (angl. ready-to-wear) oblačil, ki je sicer omogočala dostopnost širokemu krogu potrošnikov, a hkrati nižjo kakovost in krajšo življenjsko dobo. V zadnjih desetletjih je globalizacija še pospešila ta proces, saj so podjetja izkoriščala poceni delovno silo in slabe delovne pogoje v državah v razvoju, hkrati pa oglaševala nenehno spreminjajoče se trende.

Podarjanje oblačil iz generacije v generacijo ostaja praksa še danes, raziskave in viri pa kažejo, da organizirane izmenjevalnice postajajo vedno bolj priljubljene in imajo poleg spodbujanja trajnostnih praks pozitiven učinek tudi na razvoj lokalnih skupnosti in socializacijo. (Matthews & Nelson Hodges, 2016), (Rathinamoorthy, R. et al., 2019), (The Ecologist, 2020) Tovrstne dogodke organizirajo posamezniki, nevladne organizacije ali lokalne skupnosti.

4 Projekt: platforma za izmenjevanje oblačil

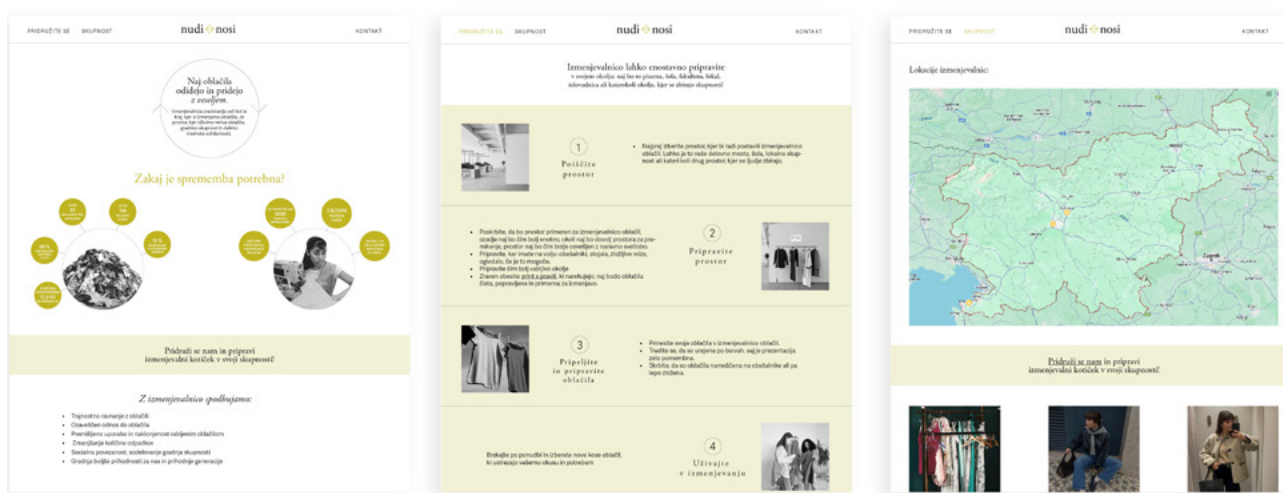
V okviru Fashion Revolution Week-a aprila 2024 so študenti in mentorji Katedre za oblikovanje tekstilij in oblačil NTF UL organizirali dogodek »Prinesi/Odnesi« v Centru Rog, ki je obiskovalcem omogočal izmenjavo oblačil. Na sliki 1 je prikazan posnetek dogodka. Kot nadaljevanje dogodka smo si zamislili platformo, ki bi posameznikom omogočala organizacijo izmenjevalnice v svojem lokalnem okolju. Poleg navedenega bi platforma tudi nudila informacije in napotke za organizacijo tovrstnih dogodkov in omogočala povezovanje skupnosti, ki si delijo vrednote trajnostne mode.



Slika 1: Izmenjevalnica oblačil »Prinesi/Odnesi« izvedena v okviru Fashion Revolution Week-a v Centru Rog. Autorica fotografije: Vesna Levičnik.

4.1 Glavni cilji platforme, filozofija in ključne komponente

Glavni cilji platforme so osredotočeni na spodbujanje trajnostnega odnosa do oblačil in krepitev lokalnih povezav. Platforma si prizadeva povečati zavest o vrednosti oblačil ter oblikovati nov odnos do potrošnje, ki presega potrošniško miselnost. Njena ključna naloga je ozaveščanje o trajnostni modi in zmanjševanju tekstilnih odpadkov. Poleg tega platforma omogoča povezovanje lokalnih skupnosti z organizacijo izmenjevalnic oblačil, hkrati pa ponuja vsa potrebna orodja in informacije za uspešno izvedbo teh dogodkov. Prav tako je cilj platforme vzpostavitev skupnosti, ki temelji na sodelovanju in skupnih vrednotah. Izmenjevalnice se organizirajo v različnih okoljih, kot so podjetja, šole, fakultete, izobraževalni centri in druge institucije, kjer se zbirajo posamezniki in skupnosti. Z njimi omogočamo posameznikom, da prinesejo oblačila, ki jih ne potrebujejo, in si vzamejo oblačila, ki jih potrebujejo.



Slika 2: Ključne strani spletne platforme.

Ključne komponente platforme vključujejo funkcionalnosti, ki podpirajo organizacijo in širjenje izmenjevalnic oblačil. Osrednja stran platforme je namenjena obveščanju in privabljanju tako obiskovalcev kot organizatorjev dogodkov. Vsebuje uvodni nagovor, nekaj grafično predstavljenih statističnih podatkov o vplivu tekstilne industrije in prekomerne potrošnje, predstavitev pozitivnih učinkov izmenjevalnic ter vabilo k organizaciji lastne izmenjevalnice.

Drugi del platforme vsebuje podrobne napotke za organizacijo izmenjevalnic, ki obiskovalcem in potencialnim organizatorjem ponujajo jasno opredeljene korake in praktična orodja za učinkovito izvedbo dogodkov. Platforma predstavi štiri glavne korake, vključno z izbiro in pripravo primernega prostora, urejanjem in razporejanjem oblačil ter organizacijo samega procesa izmenjave. Poleg tega so na voljo tudi pravila za uporabnike, ki jim pomagajo ustrezno pripraviti oblačila in se seznaniti s pravili delovanja izmenjevalnic. Ta pravila so dostopna tudi v obliki PDF datoteke, ki jo lahko organizatorji preprosto natisnejo. Pomemben del platforme je tudi forum, kjer člani izmenjujejo ideje, nasvete in izkušnje. Zemljevid obstoječih izmenjevalnic omogoča uporabnikom enostaven dostop do teh dogodkov, platforma pa nudi tudi izobraževalne materiale, ki ozaveščajo o okoljskih, družbenih in finančnih koristih izmenjevalnic oblačil.

5 Zaključek

Za učinkovito zmanjšanje negativnega vpliva modne industrije na okolje je nujno potreben prehod iz obstoječe potrošniške miselnosti k bolj trajnostnim pra-

ksam. Preseganje te miselnosti zahteva spodbujanje odgovornejšega odnosa do oblačil, kar vključuje njihovo ponovno uporabo in podaljševanje njihove življenjske dobe. V tem kontekstu izmenjevalnice oblačil predstavljajo ključno orodje za vzpostavitev bolj trajnostne prihodnosti. Poleg okoljskih koristi spodbujajo tudi socialno in finančno vključenost. To prispeva h krepitvi občutka pripadnosti skupnosti, solidarnosti in enakosti med posamezniki. Spletna platforma, ki bo omogočala enostavno organizacijo lokalnih izmenjevalnic, ima potencial za širitev teh praks ter učinkovito povezovanje posameznikov s skupnimi cilji. Uvedba pilotnih projektov in širitev platforme ponujata možnost za vzpostavitev celovitega in trajnostnega pristopa k ponovni uporabi oblačil na lokalni in tudi globalni ravni, kar bi lahko dolgoročno prispevalo k pomembnemu zmanjšanju nakupov in posledično proizvodnje ter tekstilnih odpadkov.

6 Viri

EEA Textiles and the environment: the role of design in Europe's circular economy. (2022). European Environment Agency. Najdeno 20. maja 2024 na spletnem naslovu <https://www.eea.europa.eu/publications/textiles-and-the-environment-the/textiles-and-the-environment-the>.

Matthews, D. & Nelson Hodges, N. (2016). Clothing Swaps: An Exploration of Consumer Clothing Exchange Behaviors. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 45(1), 91–103.

Rathinamoorthy, R., Ramamoorthy, S. & Thangavel, K. (2019). Clothing swap: Gateway to sustainable eco-friendly fashion. Handbook of Ecomaterials, 1599–1622.

The real impact of the fast fashion industry in the world. Ourgoodbrands. Najdeno 20. maja 2024 na spletnem naslovu <https://ourgoodbrands.com/real-impact-fast-fashion-industry-world/>.

The rise of community fashion swaps. (2020). The Ecologist. Najdeno 20. maja 2024 na spletnem naslovu <https://theecologist.org/2020/jan/13/rise-community-fashion-swaps>.



Strokovni članek

Brez odpadka krojene trajnostne poletne obleke

Lara Slabe^{1*}, Živa Zupin¹

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: ls86911@student.uni-lj.si

Povzetek

Vse več posameznikov se zaveda trajnostne problematike in strmi k bolj trajnostnemu načinu življenja, zmanjšanju odpadkov, uporabi kakovostnih izdelkov, proizvedenih na okolju prijazen način. Eden od trajnostnih gibanj je tudi gibanje brez odpadka ali »zero waste«, ki se je uveljavilo tudi v svetu konfekcijske in modne industrije. Tehnike oblikovanja oblačil brez odpadkov vodijo k oblikovanju oblačil, ki se, s prilagajanjem krojev na različne načine, prilagajajo dimenzijam materiala. Pri klasičnem krojenju je odpadki materiala vsaj 15 odstotkov zaradi oblike krojev, neujemanja vzorcev ali same strukture materiala. Namen raziskovalnega dela je bil izdelati poletne obleke brez odpadka iz dveh različnih materialov, tkanine in pletiva. Osnova za izdelavo krojnih delov so bili klasični kroji, ki smo jih prilagodili in spremenili v geometrijske like. Glede na dimenzije izbranega materiala ter načina izdelave oblačil iz pletiva in tkanine je bil kraj oblačila prilagojen. Narejena je bila primerjava med končno izdelavo oblačila iz tkanine in pletiva. Končni rezultat so bile štiri trajnostno izdelane poletne obleke, brez odpadka pri krojenju.

Ključne besede: trajnostna moda, krojenje brez odpadka, poletne obleke, tkanina, pletivo

1 Uvod

Tekstilna in konfekcijska industrija sta eni največjih industrijskih sektorjev na svetu. Porabita veliko naravnih obnovljivih in neobnovljivih virov (Fletcher & Grose, 2012). Vsako leto porabita do 93 milijard m³ vode in vplivata na približno 20 % vseh onesnaženih voda zaradi obdelave tekstila in barvanja, poleg tega proizvajata do 10 % celotnih toplogrednih plinov na svetu. V zadnjih 15 letih se je količina proizvedenih oblačil podvojila. Leta 2019 je v povprečju vsak posameznik kupil 60 % več oblačil kot v letu 2000. Oblačilo se danes v povprečju zavrže po sedmih do desetih nošenjih (Sustainability in fashion & design, 2023, Ruiz, 2024).

Tekstil in oblačila trenutno predstavljajo približno 7 % celotne količine odpadkov na svetovnih odlagališčih. Vsako leto se na svetu izdela od 80 do 100 milijard novih oblačil, od katerih 87 % v še istem letu konča na odlagališčih in sežigalnicah.

Zberemo le 13 % zavrženega tekstila in oblačil, reciklira pa se jih le 1 % (Fashionunited, 2024).

V tekstilni industriji odpadke razdelimo v tri skupine; odpadki proizvedeni med proizvodnjo tekstila; odpadki proizvedeni iz strani potrošnikov; industrijski tekstilni odpadki, ki nastajajo med komercialno in industrijsko uporabo tekstila (Rissanen & McQuillan, 2016, Gupta & Saini, 2020).

Raziskave zadnjih dveh desetletjih so pokazale, da je faza oblikovanja ključnega pomena za trajnost izdelka, saj se v njej sprejemajo odločitve glede kakovosti, videza, materialov in proizvodnih postopkov (Neuman, 2019).

Začetki principa krojenja brez odpadka segajo v čase, ko so se ljudje pričeli ovijati v živalske kože in tkanine. Primeri oblikovanja oblačil brez odpadka so tradicionalna oblačila, kot so indijski saree, japonski kimono, ter afriški kangi in kitenge. (Gupta & Saini, 2020)

V konfekcijski industriji je metoda krojenja brez odpadka osredotočena na zmanjševanje odpadkov v procesu izdelave oblačila. Proces oblikovanja oblačil brez odpadka, se začne v idejni fazi. Klasičen tehnološki postopek krojenja zahteva vnaprej izrisan kraj oblačila, ki se položi na material. Pri klasičnem krojenju se v povprečju zavrže 15% materiala (Cerar, 2022).

Obstaja več metod, po katerih lahko oblikujemo oblačila brez odpadka kot so geometrijsko sestavljanje,

sestavljanje, vgrajena sestavljenka - pristop z več tkaninami, negativni rez, teselacija vzorca oziroma mozaik, drapiranje, integrirano pletenje in pletenje v celem (Saeidi & Schreffler Wimberley, 2018, Gupta & Saini, 2020, Rissanen & McQuillan, 2016, Gwilt & Rissanen, 2011).

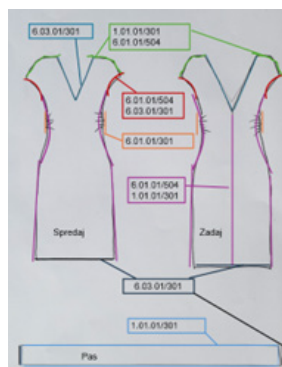
2 Eksperimentalni del

Namen raziskovalnega dela je bila izdelava poletnih oblek iz dveh različnih materialov, pletiva in tkanine, po metodi krojenja brez odpadkov (zero waste). Idejna zasnova in inspiracija poletnih oblek je izhajala iz tradicionalnih japonskih, grških in indijskih oblačil, kot so kimono, sari in tehnika drapiranja oblačil. Za izdelavo poletnih oblek smo uporabili bombažno tkanino v platno vezavi, širine 145 cm in bombažno pletivo v levo desni vezavi, širine 135 cm. Najprej smo izrisali idejno skico in ji prilagodili krojne dele, ki so bili enostavnih geometrijskih oblik. Končni krojni deli so bili prilagojeni na vrsto in širino materiala. Tehnične skice oblek so prikazane na sliki 1. Krojni deli, v obliki geometrijskih likov (pravokotnik in trapez) so bili na material položeni po metodi geometrijske sestavljanke.

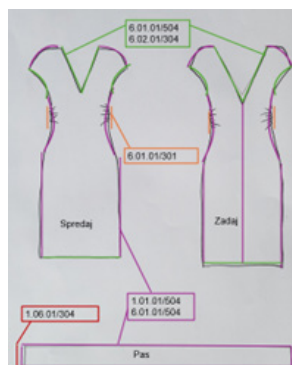
3 Rezultati

Pri izdelavi poletnih oblek smo največ pozornosti namenili izdelavi in prilagajanju krojnih delov glede na širino materiala, da smo dosegli ničelno stopnjo odpadka pri izdelavi krojne slike. Tkanina in pletivo se med seboj razlikujeta po širini materiala, poleg tega je tehnologija šivanja tkanine in pletiva drugačna. Pri šivanju pletiv smo dodali dodatek za šive 1 cm, medtem ko imajo obleke iz pletiva dodatek za šive 0,7 cm.

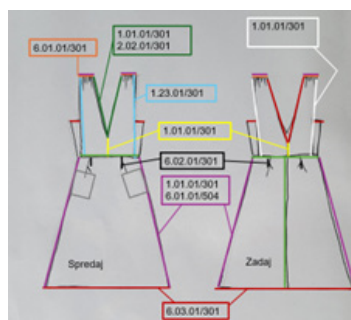
Na sliki 2 so predstavljeni krojni deli in krojna slika obleke prvega modela za tkanino in pletivo, ki se razlikujejo samo v širini. Na sliki 3 so predstavljeni krojni deli in krojna slika drugega modela iz tkanine in pletiva, kjer



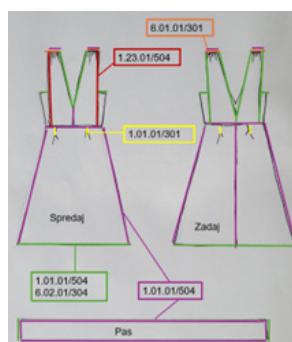
a)



b)



c)



d)

Slika 1: Tehnične skice modelov poletnih oblek a) prvi model iz tkanine b) prvi model iz pletiva c) drugi model iz tkanine d) drugi model iz pletiva

vidimo, da širina materiala vpliva na položaj, širino in količino krojnih delov po metodi brez odpadka. Krojne dele oblek bi lahko na material polagali tudi drugače, pa bi še vedno dobili krojno sliko brez odpadkov.

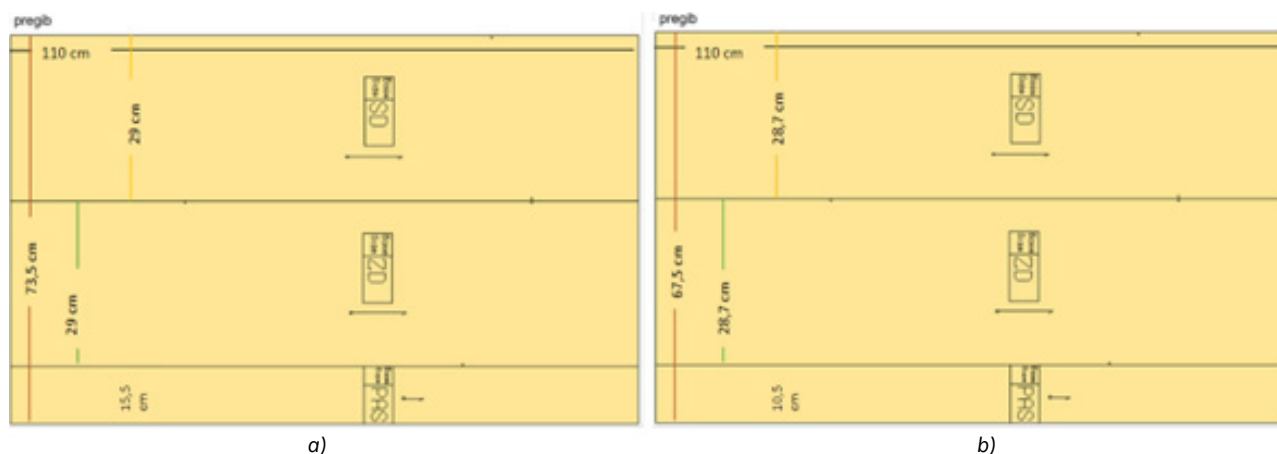
Za šivanje oblek iz pletiva smo uporabili specialni šivalni stroj, ki tvori ometični verižni vbod primeren za šivanje raztegljivih in neraztegljivih materialov. Za okrasno šivanje pletiva smo uporabili gospodinjski šivalni stroj, ki tvori cikcak vbod. Tudi za zaščito robov pri tkaninah smo uporabili ometični verižni vbod, za okrasno šivanje in sestavljanje oblek iz tkanine smo uporabili industrijski šivalni stroj, ki tvori navadni prešivni vbod.

Za izdelavo prvega modela obleke iz tkanine in pletiva, prikazane na sliki 4, smo porabili enako dolžino materiala, saj so se krojni deli zaradi izgleda obleke lahko spreminjali le glede na širino materiala. Pri izdelavi drugega modela oblek iz pletiva smo porabili več materiala, kot pri izdelavi obleke iz tkanine, prikazane na sliki 5. Zaradi širine materiala smo morali krojne dele razporediti drugače. Prav tako je na polaganje in izris krojnih delov vplival dodatek za šiv. Ostanke materiala drugega modela iz pletiva smo uporabili za pas. Poraba sukancev je bila večja pri izdelavi oblek iz tkanine, saj smo za sestavljanje in zavarovanje robov uporabljali različne vbode in šive, medtem ko se pri pletivih naredijo sestavni šivi in zavarovanje robov istočasno.

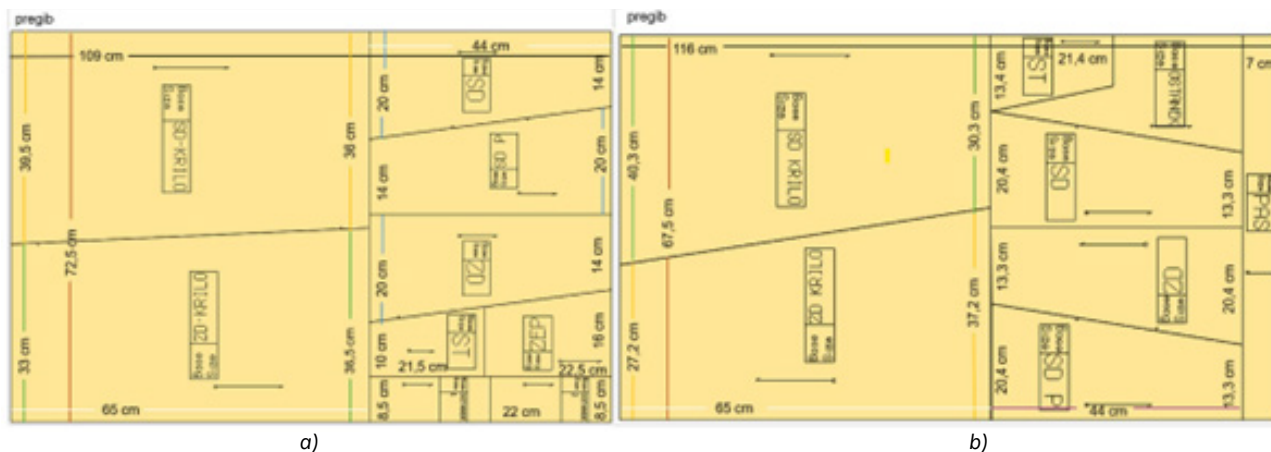
Lastnosti materiala vplivajo tudi na izgled končnega izdelka. Primer so gube pri drugem modelu, ki so bolj opazne pri obleki iz tkanine, pri pletivu prosto padejo brez volumna.

4 Zaključki

Rezultat raziskovalnega so štiri obleke izdelane po metodi brez odpadka s 100 odstotnim izkoristkom. Krojne dele oblačil smo prilagajali glede na širino materiala, medtem ko smo dolžino porabljenega materiala lahko prilagajali. Uporaba različnega materiala vpliva na izgled modela, kljub temu, da je kraj enak (sliki 4 in 5). Na končni videz oblek je vplivala tudi širina in lastnosti materiala ter postopek izdelave, saj se tehnološka izdelava oblek iz tkanine in pletiva precej razlikuje. Pletivo ima zaradi svojih lastnosti lepši naravni padec, medtem ko tkanina bolje ohrani željeno obliko. Pletivo je bolj elastično, zato se bolj prilagodi obliki telesa. Potrdimo lahko, da z dobro izdelavo krojnih delov in polaganjem krojnih slik lahko izdelamo funkcionalna in lepa oblačila, ki imajo 100 odstotni izkoristek materiala. Tako prispevamo k zmanjšanju odpadkov med samim proizvodnim procesom oblačil. Metoda oblikovanja oblačil brez odpadka je veliko bolj primerna za izdelavo oblačil, ki se ne prilagajajo telesu. Z različno kombinacijo krojnih delov, lahko dobimo različne rezultate. S pomočjo krojenja po metodi brez odpadka lahko bistveno prispevamo k zmanjšanju odpadkov pri izdelavi oblačil.



Slika 2: Krojna slika prvega modela iz tkanine (a) in pletiva (b)



Slika 3: Krojna slika drugega modela iz tkanine (a) in pletiva (b)



Slika 4: Izgled prvega modela obleke iz tkanine (bordo rdeča) in pletiva (temno modra) spredaj (levo) in zadaj (desno) (Foto: Tara Tkalec)



Slika 5: Izgled drugega modela obleke iz tkanine (oker) in pletiva (zeleno modra) spredaj (levo) in zadaj (desno) (Foto: Tara Tkalec)

5 Viri

A new textiles economy: Redesigning fashion's future, 2017. Najdeno 17. januarja 2024 na spletnem naslovu <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/A-New-Textiles-Economy.pdf>.

Cerar, U. (2022). Izdelava oblačil po principu krojenja zero waste: diplomsko delo. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta.

Fashionunited (2024). Global fashion industry statistics. Business Intelligence, Part of the FashionUnited Group. Najdeno 15. januarja 2024 na spletnem naslovu <https://fashionunited.com/global-fashion-industry-statistics>.

Fletcher, K. & Grose L. (2012). Fashion & sustainability: Design for change, London, Laurence king, 2012, str 12.

Fletcher, K. (2008). Sustainable fashion & textiles: design journal introduction. London, Earthscan, str. 99.

Gupta L, & Saini H. K. (2020). Achieving Sustainability through Zero Waste Fashion-A Review. *Curr World Environ.* 15(2).

Gupta, L. & Saini, H.K. (2020). Achieving Sustainability through Zero Waste Fashion-A Review, *Current World Environment*, 15(2), 154–162.

Gwilt, A. & Rissanen, T. (2011) Shaping sustainable fashion: Changing the way we make and use clothes. London: Earthscan. str. 17, 20–23, 83–95.

Neumam, S. (2019) Sustainability in fashion production – How are the pioneers doing it?: bachelor of business administration, str. 2, 4–5, 11. Najdeno 15. januarja 2024 na spletnem naslovu https://www.the-seus.fi/bitstream/handle/10024/170211/Neuman_Salla.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

Niinimäki, K. (2018). Sustainable fashion in a circular economy. Finland. Aalto ARTS Books, str. 14–16. Najdeno 20. aprila 2024 na spletnem naslovu <https://core.ac.uk/download/pdf/301138773.pdf>.

Rissanen, T. & McQuillan, H. (2016). Zero waste fashion design. New York: Bloomsbury Publishing Plc, 2016, str 10 - 11, 35–41, 51–69, 75–78, 80.

Ruiz, A. 17 most worrying textile waste statistics & facts. TheRoundup.org. Najdeno 13. januarja 2024 na spletnem naslovu: <https://theroundup.org/textile-waste-statistics/>.

Saeidi, E. & Schreffler Wimberley, V. (2018). Precious cut: exploring creative pattern cutting.

Sustainability in fashion & design. (2023). Impact Hub Armenia Social Innovation Development Foundation , 2023. Najdeno 13. januarja 2024 na spletnem naslovu https://issuu.com/fashionrevolution/docs/train_the_trainer_impact_hub_armenia_toolkit.



Strokovni članek

Načrtovanje in izdelava trajnostnih sedežnih blazin

Ana Marija Šturm^{1*}, Alenka Šalej Lah¹, Tatjana Rijavec¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

* Kontaktna oseba: anastrummarija@gmail.com

Povzetek

Sedežne blazine povečajo udobje sedežem, hkrati pa služijo tudi kot dekorativni element. Z namenom povečanja udobnosti stolov v predavalnicah smo izdelali trajnostne sedežne blazine iz že uporabljenih tekstilnih materialov in polnil. Pred izdelavo blazin smo se odločili za zbiranje informacij o potrebah in zadovoljstvu uporabnikov preko ankete. Ugotovljeno je bilo, da se anketiranci pred nakupom najbolj osredotočijo na estetsko sedežne blazine temu pa sledita udobnost in material blazine. Kot najbolj zaželena lastnost pri sedežni blazini pa je bila izpostavljena enostavna nega. Po izdelavi blazin smo ponovno izvedli anketo, da bi pridobili informacije o udobnosti, uporabnosti in zunanjemu videzu izdelanih blazin. Najboljše ocene so dobile blazine, ki so hkrati izpolnjevale estetske in udobnostne kriterije anketirancev.

Ključne besede: sedežne blazine, trajnost, udobnost, anketa

1 Uvod

Dobro oblazinjene sedežne blazine lahko zmanjšajo pritisk na telo in omogočajo daljše udobno sedenje, kar je v današnjem času ključnega pomena (Wenhua et. al., 2020). Udobje sedežne blazine je močno povezano tudi z materialom iz katerega je izdelana blazina. Sedežne blazine morajo imeti glede na različna področja uporabe, tudi drugačne funkcionalne lastnosti, kot so toplotna prevodnost, zračna in vodna prepustnost, zato da ustrezajo uporabnikovim potrebam in željam (Torjan, 2018). Pri izbiri materialov pa je potrebno upoštevati tudi okoljski vpliv in življenjski cikel blazine.

2 Eksperimentalni del

Izdelali smo trajnostne sedežne blazine iz že uporabljenih tekstilnih materialov in polnil. Pred izdelavo smo narisali tehnično skico in kroj blazine, izbrali način zapiranja in pritrjevanja blazine na stol ter izbrali material in polnilo.

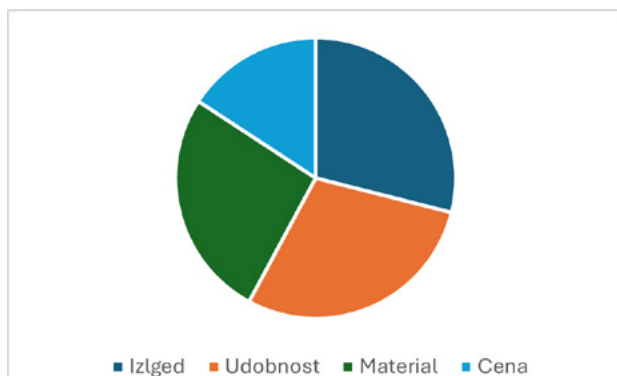
Pred izdelavo smo izvedli anketo za zbiranje informacij o preferencah, potrebah in zadovoljstvu uporabnikov. Prvi anketni vprašalnik so anonimno reševali anketiranci različnih starostnih skupin.

Drugi anketni vprašalnik smo sestavili po izdelavi sedežnih blazin z namenom pridobitve ocen o udobnosti, uporabnosti in estetskemu videzu naših blazin. Anketo smo reševali študentje 3. letnika in 2. letnika tekstilnega in oblačilnega inženirstva in ostali.

3 Rezultati

V prvi anketi je bilo ugotovljeno, da se anketiranci pred nakupom najbolj osredotočijo na izgled sedežne blazine temu sledita udobnost in material blazine (slika 1). Kot najbolj zaželena lastnost pa so izpostavili enostavno nego (slika 2).

Te dve ugotovitvi sem upoštevala pri izdelavi svoje sedežne blazine. Blazino sem izdelala v 'patchwork' tehniki, iz starih srajc, narejenih iz 100% bombaža, kar omogoča tudi enostavno nego. Notranji del



Slika 1: Parametri, ki odločajo pri nakupu blazin.

blazine je bil sešit iz netkane rabljene tekstilije filc, ki je mešanica 90 % poliestra in 10 % polipropilena, polnjen s sintetičnim polnilom in staro razrezano pliš pižamo iz 100 % poliestra. Prevleka blazine je narejena na preklop, kar omogoča enostavnejše čiščenje (slika 3).

Po izdelavi blazin pa smo izvedli anketo o udobnosti izdelanih blazin, njihovi uporabnosti in zunanjemu videzu v kateri je bilo ugotovljeno, da so najboljše ocene dobile blazine, ki so hkrati izpolnjevale estetske in udobnostne kriterije.



Slika 2: Pomembne lastnosti blazin.



a) Zgornja stran



b) Spodnja stran

Slika 3: Izdelana blazina.

4 Zaključek

Sedežne blazine so ključnega pomena za izboljšanje udobja, zdravja, prilagodljivosti in estetike pri sedenju. Na udobnost sedežne blazine vpliva veliko faktorjev kot so zračna prepustnost, toplotna prevodnost, prepustnost vodne pare, material iz katerega je narejena blazina ter vrsta in debelina polnila. Vse to smo združili z reciklažo in ponovno uporabo materialov, ki pomaga zmanjšati količino odpadkov. Z izbiro takšnih materialov prispevamo k večji ozaveščenosti o pomenu trajnosti in uporabi okolju prijaznih praks.

5 Viri

Torjan, H. (31. Marec 2018). Prepustnostne lastnosti tkanin iz bambusove preje. Najdeno 16. 10. 2024 na spletnem naslovu <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=100608>.

Wenhua Li, R. M. (2020). The effects of the seat cushion contour and the sitting posture on surface pressure distribution and comfort during seated work. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 33(5), str. 676. DOI: 10.13075/ijomeh.1896.01582.



Strokovni članek

Kakovost kokonov sviloprejke *Bombyx mori* L. slovenskih rejcev

Egshig Ladislav Varga^{1*}, Rebeka Lucijana Berčič² & Tatjana Rijavec¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana

²Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Gerbičeva 60, 1000 Ljubljana

* Kontaktna oseba: egshig.varga@gmail.com

Povzetek

V prispevku je predstavljen oris svilogojstva na slovenskem in značilnosti kokonov sviloprejke *B. mori* L., ki so pomembni za vrednotenje kakovosti kokonov. Ocenjeni so bili kokoni rejcev iz Sečovelj, Rošnje, Kobjeglave, Maribora in Goriškega. Kakovost kokonov je močno odvisna od prehrane gosenic in če so lačne, izdelajo majhne kokone. Z analizo kokonov je bilo ugotovljeno, da je bila uspešnost reje med slovenskimi rejci primerljiva (povprečna masa kokonov od 0,85 g do 0,87 g), izstopal je le rejec iz Sečovelj, ki je pridelal najmanjše kokone s povprečno maso 0,665 g. V kokonu predstavlja svila okrog 48 ut. %, kar pomeni, da vsebujejo lažji kokoni manj svilenih vlaken.

Ključne besede: fibroin, odvijanje kokonov, *Morus alba*

1 Uvod

Sintetične tekstilije so veliki onesnaževalci okolja z mikroplastiko (Acharya et al., 2001), zato so za trajnostno prihodnost pomembna prizadevanja za večjo uporabo surovin iz biološko razgradljivih surovin, še posebej, če so pridobljene v ekoloških procesih. Naravno svilo, ki se uporablja kot tekstilna surovina, pridobivajo z gojenjem udomačene sviloprejke *Bombyx mori* L. in različnih vrst divjih sviloprejk (Basu, 2015). Najbolj cenjena je filamentna svila (Kočevar, 1950), iz katerega izdelujejo najfinejše tkanine in jo uporabljajo tudi za kirurške sukance in gaze, ker je biokompatibilna in visoke trdnosti.

V Evropi sta se svilogojstvo in svilarstvo razvila v srednjem veku, zlasti v Italiji in Franciji, kjer je bila pomembno trgovsko blago, ki je vplivalo na razvoj kulture in gospodarstva. Svilogojstvo na slovenskem se je začelo v 14. stoletju, doseglo vrhunec v 19. stoletju in po drugi svetovni vojni zaradi cenejše azijske svile in razvoja sintetičnih tkanin v celoti propadlo (Žontar, 1957). S tem je zamrlo tudi znanje o gojenju sviloprejk in pridobivanju svile.

Oživljanje svilogojstva na slovenskem v zadnjem desetletju je povezano z raziskavami starih lokalnih murv, ki so žive priče te dejavnosti iz preteklosti. Zanimanje za svilogojstvo se iz leta v leto povečuje, pri čemer kokone svilogojci danes sami odmotavajo le ročno za čipke in nakit.

Namen raziskave je bil proučiti lastnosti kokonov svilogojcev z različnih lokacij v Sloveniji.

2 Eksperiment

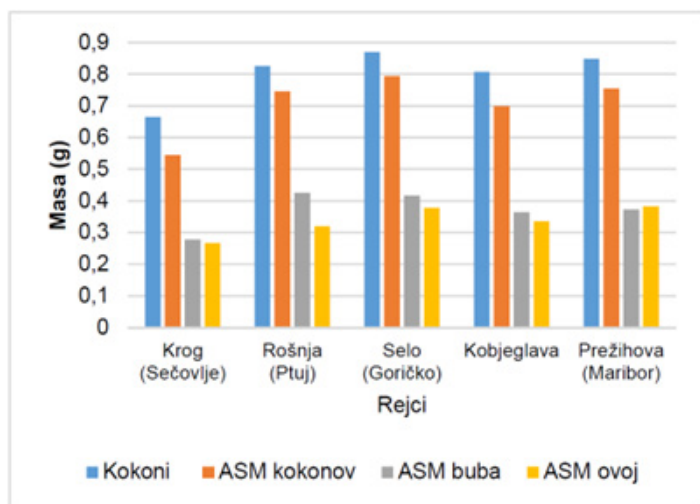
V raziskavi smo ocenjevali kokone iste rase sviloprejk, ki so jih pridelali slovenski rejci (preglednica 1). Kokone smo stehali, izmerili dolžino odmotane svile in stehali tudi dele ostanke po odmotavanju.

3 Rezultati

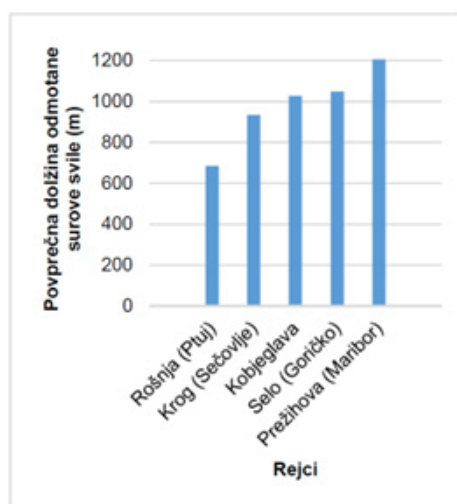
Povprečna masa kokona pred odmotavanjem je znašala 0,80 g, pri čemer je kokon povprečno vseboval 12,2 % vlage (preglednica 1, slika 1). Povprečna

Preglednica 1: Vsebnost vlage v kokonih pred odmotavanjem

Rejec	Masa kokonov pred odmotavanjem (g)	Vlaga v kokonih (%)	Delež bube v AS kokonu (%)
Krog (Sečovelje)	0,665	18,2	51,1
Rošnja (Ptuj)	0,826	9,7	57,1
Selo (Goričko)	0,87	8,7	52,4
Kobjeglava	0,808	13,4	52,0
Prežihova (Maribor)	0,849	11,1	49,3



a)



b)

Slika 1: Primerjava kakovosti kokonov slovenskih rejcev: a) absolutno suha masa (ASM) kokonov in svilenega ovoja, b) dolžina odmotane surove svile

absolutno suha masa kokona (ASM) je znašala 0,71 g, bube 0,37 g. Buba predstavlja od 32,75 % (Kobjeglava) do 65,04 % (Sečovelje) ASM celotnega kokona. Največ surove svile (povprečno 1200 m) smo odmotali s kokonov rejca iz Maribora (Prežihova), najmanj (povprečno 600 m) pa s kokonov rejca iz Ptuja (Rošnja). Glede na delež bube in delež svilenega ovoja je rejec iz Ptuja bodisi slabše redil sviloprejk oziroma je bila prehrana teh sviloprejk najslabša.



Slika 2: Od leve proti desni: kokon, svila, buba v srajčki, odpadek svile, telette, buba

4 Zaključek

Kakovost kokonov ocenjujemo na podlagi količine odmotane surove svile. V laboratorijskem odmotavanju kokonov smo ugotovili velike razlike med rejci, ki izhajajo lahko iz načina gojenja sviloprejk ali načina sušenja kokonov.

5 Viri

Acharya S, Rumi SS, Hu Y, Abidi N. Microfibers from synthetic textiles as a major source of microplastics in the environment: A review. Text Res J. 2021 Sep 4;91(17–18):2136–56.

Basu A, editor. (2015). Advances in silk science and technology. Cambridge : Elsevier.

Kočevar F. (1950). Tekstilne surovine. Ljubljana : Državna založba Slovenije.

Žontar J. (1957). Svilogojstvo in svilarstvo na Slovenskem od 16. do 20. stoletja.



NTF

UNIVERZA V LJUBLJANI
Naravoslovnotehniška fakulteta