59. srečanje mladih raziskovalcev Slovenije 2025

BIO USNJE: TRAJNOSTNA ALTERNATIVA ZA PRIHODNOST?

Raziskovalno področje: Tehnika ali tehnologija

Tekstilstvo

Raziskovalna naloga

Avtorica: Eva Peklar

Mentorja: Matjaž Črček in Anica Gnidovec

II. GIMNAZIJA MARIBOR

Maribor, 2025

VSEBINA

_Toc194958934

Povzetek V

Zahvala VI

1 Uvod 1

1.1 Predstavitev teme 1

1.2 Hipoteze 1

1.3 Cilji raziskovalne naloge 2

2 Teoretični del 3

2.1 Usnje 3

2.2 Lastnosti usnja 4

2.3 Predelava živalskih kož skozi zgodovino 4

2.4 Usnjarstvo 6

2.5 Ekološki vpliv usnjarske industrije 7

2.6 Ovire na poti do trajnostnega usnja 9

2.7 Alternativni materiali v tekstilni industriji 9

2.7.1 Umetno usnje 9

2.7.2 Bio usnje 11

2.8 Primerjava ogljičnega odtisa živalskega in rastlinskega usnja in drugih lastnosti 21

3 Praktični del 22

3.1 Izdelava bio usnja 22

3.1.1 Postopek 22

3.1.2 Neuspešni poskusi 24

3.2 Analiza lastnosti bio usnja 25

3.3 Izdelava končnega izdelka 27

3.4 Poskus izboljšave 31

4 Preverjanje hipotez in razprava 33

5 Družbena odgovornost 35
6 Zaključek 36
7 Viri in literatura 37

KAZALO SLIK

Slika 1: usnje (vir: https://www.ibba-plus.si/usnje-trajnostni-material/ (1.2.2025)) 3
Slika 2: Predelava živalskih kož v Maroku (vir: https://www.loe.org/shows/segments.html?programID=14-P13-00044&segmentID=4 (1.2.2025)) 5
Slika 3: skaj (vir: https://www.pan-prom.hr/proizvod/skaj-eko-koza-politeks/ (1.2.2025)) ... 11
Slika 4: Piñatex (vir: https://hozencollection.com/blogs/hozen-blog/what-is-pinatex-and-how-is-it-made (1.2.2025)) 16
Slika 5: Desserto (vir: https://desserto.com.mx/home (1.2.2025)) 17
Slika 6: usnje iz plute (vir: https://danandmez.com/blog/cork-leather/ (1.2.2025)) 18
Slika 7: Mylo (vir: https://mvcmagazine.com/en/mylo-is-the-future-of-vegan-leather/ (1.2.2025)) 18
Slika 8: Malai (vir: https://malai.eco/blogs/malai-material (1.2.2025)) 19
Slika 9: Fruitleather Rotterdam (vir: https://materialdistrict.com/material/rotterdam-fruitleather/ (1.2.2025)) 20
Slika 10: sestavine (lastni vir) 22
Slika 11: masa (lastni vir) 23
Slika 12: pred sušenjem (lastni vir) 23
Slika 13: neuspeli poskusi - nektarine, kivi, nezrel mango (lastni vir) 25
Slika 14: rezanje (lastni vir) 28
Slika 15: šablona (lastni vir) 28
Slika 16: šivanje (lastni vir) 29
Slika 17: proces izdelave (lastni vir) 29
Slika 18: končni izdelek (lastni vir) 30
Slika 19: torbica iz hrušk (lastni vir) 31
Slika 20: šivanje druge torbice (lastni vir) 31
Slika 21: raztrganina 1 (lastni vir) 32
Slika 22: raztrganina 2 (lastni vir) 32

KAZALO TABEL

Tabela 1: pregled in primerjava lastnosti živalskega in rastlinskega usnja 21

POVZETEK

Namen raziskovalne naloge je bil izdelati bio usnje iz naravnih sestavin in oceniti njegove lastnosti v primerjavi s tradicionalnim in rastlinskim usnjem, raziskati okoljske in etične vidike usnjarske industrije ter predstaviti obstoječe rastlinske alternative. V praktičnem delu sem izdelala bio usnje iz manga, čebeljega voska, cimeta in limone, nato pa iz njega sešila torbico. Analizirala sem teksturo, prožnost, trpežnost in vodoodpornost izdelanega materiala. Izkazalo se je, da moje bio usnje ni nadomestek industrijskim materialom, vendar dokazuje, da je mogoče iz naravnih sestavin ustvariti okolju prijazno alternativo za manjše izdelke. Kljub omejeni vzdržljivosti izdelek nosi pomembno sporočilo o trajnostnem oblikovanju in možnostih razvoja novih ekoloških materialov.

The aim of this research project was to create bio-leather from natural ingredients and evaluate its properties in comparison to traditional and plant-based leathers, to explore the environmental and ethical aspects of the leather industry, and to present existing plant-based alternatives. In the practical part, I produced bio-leather using mango, beeswax, cinnamon, and lemon, and then used it to sew a handbag. I analyzed the texture, flexibility, durability, and water resistance of the material. The results showed that my bio-leather is not a substitute for industrial materials, but it demonstrates that it is possible to create an eco-friendly alternative from natural ingredients for smaller products. Despite its limited durability, the product carries an important message about sustainable design and the potential for developing new ecological materials.

Ključne besede: usnje, trajnost, bio usnje, mango, ogljični odtis, modni dodatek

ZAHVALA

Zahvaljujem se obema mentorjema za pomoč in podporo pri izvedbi raziskovalne naloge, za vodenje in čas, ki sta ga namenila sprotnemu in končnemu pregledu naloge. Mentorju se zahvaljujem za teoretično usmeritev, mentorici pa za vse dragocene nasvete in pomoč pri izdelavi končnega izdelka.

1 UVOD

1.1 Predstavitev teme

V zadnjih letih se povečuje zanimanje za trajnostne alternative v tekstilni industriji, saj modna industrija velja za enega največjih onesnaževalcev na svetu. Med materiali, ki povzročajo velik ekološki in etični problem, je tudi tradicionalno usnje, katerega proizvodnja zahteva velike količine vode, uporabo strupenih kemikalij in prispeva k emisijam toplogrednih plinov zaradi povezanosti z živinorejo. Kromovo strojenje usnja povzroča onesnaženje vode in tal, hkrati pa delavce v usnjarskih obratih izpostavlja nevarnim kemikalijam. Poleg tega proizvodnja usnja seveda sproža etične pomisleke, zaradi izkoriščanja živali.

V iskanju trajnostnih rešitev se zadnje čase vse več raziskav, kot na primer članka *Revolutionizing material: The rise of bio leather as eco-friendly and sustainable approach (Dhanda idr., 2024)* in *A Systematic Review on Potential Bio Leather Substitute for Natural Leather (Kefale idr., 2023),* osredotoča na rastlinsko usnje oziroma bio usnje, ki ga je mogoče pridobiti iz različnih naravnih virov, kot so sadje, rastlinska vlakna in glive. Bio usnje ne le zmanjšuje okoljski odtis, temveč ponuja tudi alternativo, ki ne zahteva uporabe živalskih materialov. Razvilo se je veliko podjetij, ki se ukvarjajo s takšno vrsto usnja, kot na primer Fruitleather Rotterdam, Ananas Anam, Desserto, Malai Eco, Bolt Threads.

Glavni namen raziskovalne naloge je bil raziskati možnosti izdelave bio usnja iz naravnih sestavin doma in oceniti uporabnost materiala za modne dodatke in druge izdelke. Osredotočila sem se na izdelavo bio usnja iz manga, čebeljega voska, cimeta in limone, pri čemer sem želela ugotoviti, kakšne so njegove mehanske in estetske lastnosti ter ali je dovolj funkcionalno za izdelavo modnega dodatka – torbice.

1.2 Hipoteze

Na začetku sem si postavila vprašanje: Ali lahko doma narejeno bio usnje iz sadja in naravnih sestavin uporabimo kot funkcionalen material za izdelavo modnega dodatka in kakšen je njegov trajnostni vidik? Nato sem oblikovala hipoteze:

1. Doma narejeno bio usnje iz manga bo bilo dovolj prožno in estetsko privlačno za izdelavo uporabnega izdelka.

Ker sem na internetu zasledila več različic doma izdelanega usnja, sem predvidevala, da bo tudi meni uspelo izdelati funkcionalno bio usnje, če sledim ustreznim napotkom. Bio usnje mora biti dovolj prožno, da ga je mogoče oblikovati in šivati, obenem pa mora imeti privlačno teksturo in videz, da je primerno za modni dodatek. Pričakujem, da bo moj material imel mehko in naravno površino, ki bo vizualno zanimiva.

2. Proces izdelave bio usnja je trajnostnejši v primerjavi z izdelavo tradicionalnih usnjenih materialov.

Ker sem vedela, da je že za samo živinorejo, kaj še le proizvodnjo usnja, potrebno veliko prostora in virov in da je ta industrija ena največjih onesnaževalk, sem predpostavila, da je proizvodnja bio usnja veliko manj obremenjujoča za okolje. Prav tako pričakujem, da izdelava bio usnja doma ne bo energijsko potratna.

3. Bio usnje ne bo bilo tako trpežno kot tradicionalno usnje, vendar bo primerno za manjši izdelek.

Zavedala sem se, da se doma narejeno usnje po trpežnosti ne bo moglo primerjati s pravim, saj mu manjka precej sestavin in tehničnih dodelav. Pričakujem, da bo doma narejeno bio usnje manj odporno na vodo in obremenitve, zato verjetno ne bo primerno za izdelke, ki zahtevajo visoko vzdržljivost (npr. čevlji, pohištvo). Kljub temu menim, da bi lahko bil material dovolj močan za manjše modne dodatke.

1.3 Cilji raziskovalne naloge

Zastavila sem si tudi naslednje cilje:

- Izdelati bio usnje iz naravnih sestavin.
- Analizirati njegove mehanske in estetske lastnosti, kot so prožnost, tekstura, odpornost na trganje in vodoodpornost.
- Izdelati manjši izdelek iz bio usnja in oceniti njegovo funkcionalnost.
- Raziskati okoljski vpliv tradicionalnega usnja in predstaviti rastlinske alternative.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Usnje

Usnje je živalska koža z odstranjeno dlako, ki jo s kemičnim in mehanskim strojenjem obdelajo, konzervirajo in naredijo voljno. Ne prepušča vode, je trden, gibek in ob pravilnem vzdrževanju zelo trajen material. Usnje se uporablja za različne namene, odvisno od vrste in tehnologije predelave surove kože. Med drugim ga uporabljajo za izdelavo obutve, oblačil, za oblazinjenje pohištva, v sedlarstvu, za glasbene instrumente (opna bobnov), za industrijsko opremo, in sicer razne jermene in pasove strojev, ter drugje. V preteklosti je bila uporaba usnja na nekaterih področjih bolj razširjena kot danes (usnje so uporabljali za izdelavo ščitnikov in oklepov, čebrov, posod, čolnov, tankega pergamentnega papirja in usnjenih opažev). Poceni in odporen nadomestek usnja so tkani, pleteni in netkani tekstilni ploskovni izdelki, ki jih prekrijejo s sintetičnimi premazi (umetno usnje ali skaj). (Oxfordova ilustrirana enciklopedija izumov in tehnologij, 1997)



Slika 1: usnje (vir: https://www.ibba-plus.si/usnje-trajnostni-material/ (1.2.2025))

2.2 Lastnosti usnja

Usnje je plemenit in naraven proizvod, ki se uporablja za zelo različne namene. Letno se v svetu proizvede okoli pol milijona ton usnja, kar je približno 1,5 milijarde kvadratnih metrov. Predelujejo ga predvsem iz kož sesalcev, čeprav poznamo tudi usnje iz kož krokodilov, kač, rib ipd. Usnje je trpežno, toplo in ima tehnične prednosti pred alternativnimi materiali. Sestavljajo ga namreč fina kolagenska vlakna, ki so med seboj močno prepletena, to pa usnju zagotavlja trdnost ob morebitnem trganju in zvijanju, prav tako je obstojno na staranje in temperaturo ter je precej dobro vpojno. Vpije lahko do 30 odstotkov vode, ne da bi voda odtekla. (Knific, 2015) Večina usnja v čevljarstvu, galanteriji in pohištveni industriji ima določeno stopnjo odpornosti na vodo, kar pomeni, da lahko prenese stik z vlago in po sušenju ohrani elastičnost in obliko. S posebnimi postopki lahko usnje napravijo tudi vodoodporno. Usnje je prožno in prilagodljivo, lahko ga obdelamo tako, da postane trdo ali mehko, odvisno od želene uporabe. Pri obutvi je ta lastnost še posebej pomembna, saj se čevlji sčasoma prilagodijo obliki stopala in postanejo udobnejši. Prav tako dobro izolira toploto, hkrati pa ima, zraven tega da lahko vpija vlago, tudi sposobnost da jo nato odda. Omogoča torej prehod vlage ali znoja, kar na primer pri obutvi ohranja notranjost suho in udobno. Iz estetskega vidika, je usnje lahko različnih barv in tekstur, lahko je tanko ali debelo, odvisno od vrste kože in postopka obdelave. (Leather Naturally, b.d.)

2.3 Predelava živalskih kož skozi zgodovino

Usnjarstvo je dejavnost, pri kateri gre za predelovanje kož različnih živali v usnje. Začetki segajo tisočletja v preteklost, predelane kože pa so bile namenjene človekovi oblačili in drugi rabi. Ljudje so pred usnjem uporabljali krzno oz. kože ulovljenih živali, ki jim dlake niso odstranili. Iz njih so izdelovali preprosta oblačila, ki so nudila zaščito pred mrazom in vlago, prav tako so z njimi pokrivali šotore. Okoli 10 000 let pr. n. št. so kožam začeli odstranjevati dlake in jih obdelovati, da so jim podaljšali življenjsko dobo. V kože, ki so jim odstranili meso in jih posušili na soncu ali nad ognjem so vtirali tjulnjo ali ribjo mast, laneno olje ali rumenjak, da so kožo konzervirali in naredili odporno proti gnilobi ter propadanju. Kasneje so ugotovili, da trajnost kož lahko še podaljšajo, če jih obdelajo v vodi, ki ji dodajo dele rastlin, ki vsebujejo

tanin - snov, ki je najdemo največ v lubju, listju, lesu in nekaterih plodovih. Tako se je razvilo strojenje, s katerim so kože predelovali v krzno ali usnje. (Knific, 2015)

Sprva je usnje služilo praktičnim potrebam, saj je zagotavljalo zaščito. Bilo je ključni material za oblačila, obutev in zavetje, cenjen zaradi svoje vzdržljivosti in vsestranskosti. Z razvojem civilizacij so se razvijale tudi metode predelave usnja, vsaka kultura je postopke izpopolnjevala in širila spekter uporabe. Dobro ohranjene usnjene predmete, kot so sandali, oblačila, rokavice, vojaška oprema, so našli že v egipčanskih grobnicah. O rabi usnja pričajo tudi grški in rimljanski viri, kjer je bilo usnje simbol statusa, v srednjem veku se je usnje uporabljalo predvsem za vojaške oprave, po industrijski revoluciji pa je bilo nepogrešljivo za jermene. Prestiž usnja je ostal vse do danes, saj je usnje še vedno ključni material v modi, pohištveni industriji in avtomobilizmu, predstavlja kakovost in eleganco. (Cosh!, 2024)

Zraven obdelave kož s taninom, je nastal tudi eden najstarejših postopkov predelave kož, in sicer strojenje z galunom oz. kalijevim aluminijevim sulfatom, pri katerem dobimo zelo mehko belo usnje - galunovo usnje. Kože so strojili tudi z olji in tako dobili irhovino, po letu 1830 pa se je vse bolj uveljavilo strojenje s kromovimi spojinami, ki omogočajo hitrejšo proizvodnjo mehkejšega in bolj enakomernega usnja. (Knific, 2015)



Slika 2: Predelava živalskih kož v Maroku (vir: https://www.loe.org/shows/segments.html?programID=14-P13-00044&segmentID=4 (1.2.2025))

2.4 Usnjarstvo

Usnjarstvo se je razvijalo skozi tisočletja, od prazgodovine, ko so ljudje na različne načine uporabljali živalske kože, do danes, ko je uporaba usnja še vedno priljubljena po vsem svetu. Usnje je cenjeno zaradi svojih lastnosti, vendar pa je potrebno veliko znanja, da živalske kože spremenimo v razkošen in vsestransko uporaben material. (Knific, 2015)

Usnje je iz živalske kože, ki jo s strojenjem spremenimo tako, da še ohrani svojo upogibnost pri sušenju ali namakanju v vodi, da se ne kvari v mrzli vodi in se v vreli vodi ne spreminja v klej. Kožo sestavljajo tri plasti: vrhnjica, usnjatica in mesnatica. Za usnje je najpomembnejša usnjatica, kjer se kolagenska vlakna, ki jih zleplja klejevina, vežejo s strojili. To so snovi, ki predelajo surovo živalsko kožo v usnje. Usnjarne dobijo konzervirane kože (običajno posušene in nasoljene), ki jih nato predelajo v več delovnih postopkih. V vodni delavnici jih najprej zmehčajo v vodi, da jim povrnejo prvotne lastnosti, ki so jih imele pred odrtjem in jih operejo. Ta postopek se imenuje namakanje. Nato kožam odstranijo dlake in podkožje, debelejše kože cepijo oz. jim uravnajo debelino. V strojilnici jih zmehčajo s posebnimi kemičnimi postopki, s katerimi spremenijo strukturo vlaken usnja in umilijo ter izločijo ostanke maščob. Usnje tako dobi gladko zgornjo plast. S strojenjem nato usnje dobi značilne lastnosti, kot so odpornost proti vodi, toploti in gnitju. Strojenje je kemični postopek, pri katerem se vežejo vlakna v koži in strojilo. Uporabljajo se tri vrste strojil. Rastlinska strojila so izvlečki lubja, korenin, listov in sadežev, mineralna strojila vsebujejo kromove soli, kalijev galun in nekatere železove spojine, organska in umetna strojila pa so aldehidi, fenoli, ogljikovodiki in nekatere umetne snovi. Z rastlinskimi strojili dobimo na primer trdno in prožno podplatovino, z mineralnimi mehko in prožno usnje. Večkrat razne postopke strojenja kombinirajo. Komaj ustrojenega usnja še ne moremo uporabljati, sledi še dodelava po strojenju, kot so ožemanje, poravnava, barvanje, maščenje, sušenje, površinski nanosi. Izbira procesa končne dodelave je odvisna od zahtev glede končnega izdelka. (Enciklopedija tehnike, 1983) Končen izdelek vsebuje torej kožno substanco, sredstva za strojenje oz. strojila, maščobe, barvila in tekočino. Sredstva za strojenje preprečijo razpad usnja, maščoba in vezana vlaga pa naredita usnje mehko in prožno. (Knific, 2015)

2.5 Ekološki vpliv usnjarske industrije

Pozitiven vidik usnjarske industrije je v tem, da če usnja ne bi predelovali, bi milijoni kož končali kot odpadek, kar bi lahko povečalo okoljske obremenitve in povzročilo dodatne emisije toplogrednih plinov. (Cosh!, 2024) Kljub temu ima industrija usnja obsežen in negativen vpliv na okolje, saj prispeva k podnebnim spremembam, uničevanju gozdov, onesnaževanju vode in zmanjšanju biotske raznovrstnosti. Pridobivanje in obdelava usnja zahtevata ogromne količine naravnih virov, pri tem pa se uporabljajo tudi številne kemikalije, ki škodujejo ekosistemom in zdravju ljudi.

Eden največjih ekoloških problemov, povezanih z usnjarsko industrijo, je njen vpliv na podnebje. Govedoreja, ki je tesno povezana s proizvodnjo usnja, prispeva več kot 15% vseh emisij toplogrednih plinov, pri čemer ima metan, ki ga proizvajajo krave, več kot 80-krat močnejši učinek na segrevanje ozračja kot ogljikov dioksid. (Hakansson idr., 2022) Usnje iz kravje kože ima tudi izjemno velik ogljični odtis. Po podatkih iz UNIDO Poročila o ogljičnem odtisu usnja, povzroči kvadratni meter usnja do 110 kg CO_2 emisij, pri čemer je 93 kg že samo iz vzreje živali, preostanek pa iz kasnejše predelave. (UNIDO, 2017)

Poleg podnebnega vpliva ima industrija usnja tudi velik vpliv na uporabo zemljišč in krčenje gozdov. Po podatkih raziskav je kar 80 % amazonskega krčenja gozdov posledica govedoreje, saj se gozdovi sekajo za ustvarjanje pašnikov in polj za pridelavo krme. (Cosh!, 2022)

Poraba in onesnaževanje vode sta prav tako pomemben problem. Proizvodnja usnja je velik porabnik vode. Za izdelavo enega para usnjenih čevljev je potrebnih 7.612 litrov vode, za usnjeno torbo pa kar 17.127 litrov, kar bi posamezniku zadostovalo za pitno vodo več kot 23 let. (Hakansson idr., 2022)

Poleg porabe naravnih virov je težava tudi kemijsko onesnaževanje. Več kot 90 % svetovnega usnja je strojeno s kromom, ki je znan karcinogen. Pri strojenju usnja se uporabljajo tudi druge strupene kemikalije, kot so svinec, arzen in kadmij, ki onesnažujejo vodne vire in lahko povzročijo resne zdravstvene težave tako pri ljudeh kot pri živalih. Ustvari se ogromno odpadkov s temi strupenimi kovinami in kemikalijami, ki pogosto končajo v naravi ali pa jih sežgejo, kar dodatno prispeva k onesnaženju zraka in tal. (Peta, b.d.)

Industrija usnja ima tudi škodljive posledice za biotsko raznovrstnost. Uničevanje naravnih habitatov zaradi širjenja govedoreje neposredno ogroža številne živalske vrste, kot so jaguarji, tapirji in različne vrste ptic v Amazoniji. Poleg tega prekomerna paša povzroča erozijo tal, zmanjšuje sposobnost zemlje za shranjevanje ogljika in posledično prispeva k večjim emisijam ogljikovega dioksida. (Hakansson idr., 2022)

Več kot 1,4 milijarde krav je vsako leto vzrejenih in zaklanih za meso in usnje, pri čemer so pogosto podvržene nehumanim razmeram. V Indiji in Braziliji proizvajajo tudi telečje usnje, se pravi iz mladičev, saj ima njihova koža mehkejšo teksturo. V nekaterih državah se za usnje prav tako uporabljajo tudi psi, mačke, kenguruji, kar povzroča dodatne moralne dileme. (Hakansson idr., 2022)

Večino svetovnega usnja proizvedejo države v razvoju, kjer so delovni pogoji pogosto slabi, saj so delavci izpostavljeni toksičnim kemikalijam brez ustrezne zaščite, plače so nizke in okoljske regulacije manj stroge. Onesnaževanje voda in zraka tako prizadene predvsem revnejše skupnosti, ki živijo v bližini obratov. Glavni izvozniki so Indija, Kitajska, Brazilija, Italija, Pakistan, glavni uvozniki pa EU, ZDA, Japonska, kjer je povpraševanje po luksuznih in modnih izdelkih visoko. (Hakansson idr., 2022)

Čeprav se tradicionalno usnje pogosto predstavlja kot naravni material, njegov vpliv na okolje kaže drugačno sliko. Alternativne rešitve, kot so bio usnje iz sadja ali gliv, predstavljajo bolj trajnostno izbiro. Prav tako se razvijajo reciklirane različice usnja, ki zmanjšujejo potrebo po novih surovinah. Nekateri proizvajalci uvajajo tudi okolju prijaznejše metode strojenja, ki ne uporabljajo kroma in drugih strupenih kemikalij.

Kljub dolgoletni tradiciji ostaja usnje okoljsko zelo obremenjujoč material, zato je pomembno, da se modna industrija usmeri k bolj trajnostnim in etičnim alternativam, ki bodo zmanjšale njen vpliv na planet.

2.6 Ovire na poti do trajnostnega usnja

Trajnost živalskega usnja je odvisna od tega, kako so izvedeni postopki v procesu proizvodnje in v kakšnih razmerah so bile živali vzrejene in zaklane. Uporaba strojenja brez kroma lahko na primer znatno zmanjša ekološki vpliv usnja.

Ena največjih ovir je prehod od zavedanja o potrebi po trajnostni proizvodnji do dejanskega izvajanja sprememb. Stroški trajnostnih metod so namreč večji in podjetja so običajno usmerjena h kratkoročnemu dobičku namesto k dolgoročni okoljski odgovornosti. Prav tako še vedno primanjkuje znanja o trajnostnih praksah in dostopa do bolj ekoloških virov. Usnjarska industrija se je zaradi nižjih stroškov dela in vlaganj tudi v veliki meri preselila v države v razvoju, kjer se prednost daje množični proizvodnji in ne trajnosti, prav tako nimajo finančnih sredstev za uvedbo trajnostnejše proizvodnje. (Cosh!, 2024)

Mnogo potrošnikov še vedno odloča na podlagi cene in modnih trendov, in ker potrošniška moč igra ključno vlogo pri oblikovanju industrijskih praks, je pomembno ozaveščanje o okoljskem vplivu klasičnega usnja in prednostih alternativ ali trajnostnejšega usnja. Izberemo lahko izdelke iz strojarn, ki uporabljajo okolju prijazne metode proizvodnje in so transparentne glede svojega delovanja, na primer rastlinsko strojeno usnje, ki ne uporablja kemikalij in zagotavlja bolj varne delovne razmere. Preverimo lahko tudi certifikate, ki zagotavljajo, da je bila proizvodnja usnja preverjena glede okoljskih in etičnih standardov, kot na primer Sustainable Leather Foundation. (Jackson, b.d.) Ekološka izbira je tudi nakup usnjenega izdelka iz second-hand trgovin, saj tako spodbudimo ponovno uporabo.

2.7 Alternativni materiali v tekstilni industriji

2.7.1 Umetno usnje

V modi je najpogostejši živalski material usnje. Je izjemno odporno proti obrabi in lahko v omari zdrži desetletja, zato bi lahko pomislili, da je zelo trajnostno. Vendar kot sem že prej opisala, je živalsko usnje precej sporna tema. Proizvodni proces škoduje živalim in ima

pomemben vpliv na okolje. Zaradi manjših ekoloških posledic in dobrobiti živali pa se povečuje priljubljenost veganskega umetnega usnja.

Prvi nadomestki pravega usnja so se pojavili že v 19. stoletju, od leta 1960 pa je začelo nastajati umetno usnje kot ga poznamo danes - tkanina, prevlečene s poliuretanom in polivinil kloridom. Umetno usnje ima številne prednosti glede na pravo usnje. Z nižjimi stroški lahko približa videz pravega usnja, njegova proizvodnja pa je veliko manj delovno intenzivna. Poleg tega so organizacije za pravice živali obsodile usnjarsko industrijo zaradi zakola in zlorabe živali. Ta kombinacija praktičnih in etičnih vidikov je spodbudila povpraševanje po nadomestkih umetnega usnja za torbice, čevlje, oblačila in druge modne predmete. (Britannica, 2018) Poleg tega je tudi iz okoljskega vidika v prednosti pred živalskim usnjem. Ogljični odtis sintetičnega veganskega usnja znaša okoli 16 kg ekvivalenta CO_2 / m^2, se pravi tudi do sedemkrat manj kot tradicionalno živalsko usnje. (Circumfauna, b.d.)

Pomanjkanje sledljivosti v industriji živalskega usnja kupcem otežuje dostop do informacij o trajnosti in dobrobiti živali v proizvodnem procesu. Zaradi tega se mnogi potrošniki odločajo za vegansko umetno usnje, ki je izdelano iz plastike. Ta material je v zadnjih letih doživel velik preporod, vendar ima, tako kot živalsko usnje, svoje okoljske slabosti. Žal večina pogostih veganskih alternativ vsaj delno temelji na plastiki, kar pomeni, da jih težko uvrstimo med resnično trajnostne materiale.

Umetno usnje je material, ki posnema videz in občutek pravega usnja, vendar je večinoma izdelano iz dveh plastičnih polimerov, poliuretana (PU) in polivinil klorida (PVC). Glavna težava plastike je njena nebiološka razgradljivost in obstojnost, saj lahko traja 500 do 1000 let, da se popolnoma razgradi. Pri sežiganju plastike pa nastajajo strupene kemikalije, ki prispevajo k onesnaženju okolja in zdravstvenim težavam. (Udawattage, 2024)

Poleg dolge življenjske dobe plastika pogosto konča v vodah ali na odlagališčih. Sintetična vlakna iz oblačil so največji vir mikroplastičnega onesnaževanja v oceanih, kjer se majhni delci plastike nabirajo v morskem ekosistemu. Torej, čeprav vegansko usnje ne škoduje živalim neposredno, pa vseeno močno ogroža morske vrste, saj mikroplastika vstopa v prehranjevalno verigo. (Cosh!, 2022)

Za proizvodnjo veganskega usnja se prav tako uporabljajo fosilna goriva in različne kemikalije, vključno z umetnimi barvili, ki zahtevajo velike količine vode. Čeprav je plastika izjemno vzdržljiva, se v obliki vlaken obrabi veliko hitreje kot živalsko usnje. (Cosh!, 2022)

Kljub temu pa umetno usnje še naprej ostaja priljubljena izbira pri potrošnikih, ki želijo alternativno rešitev brez živalskih proizvodov.



Slika 3: skaj (vir: https://www.pan-prom.hr/proizvod/skaj-eko-koza-politeks/ (1.2.2025))

2.7.2 Bio usnje

Tretja možnost se osredotoča na izogibanje živalskim in plastičnim usnjenim alternativam. Znanstveniki in inovativna podjetja v zadnjih nekaj letih nenehno razvijajo nove vrste materialov, podobnih usnju. Bio usnje je okolju prijaznejša in inovativna alternativa živalskemu usnju, ki je izdelana s pomočjo bioloških procesov ali naravno prisotnih, obnovljivih virov, kot so rastlinska vlakna, glive (micelij), kmetijski odpadki ali celo živalske celice, gojene v laboratoriju. V iskanju trajnostnega usnja so se torej pojavile razne zanimive kategorije, katerih glavni cilj je zmanjšati okoljske in etične težave, povezane s tradicionalno proizvodnjo usnja. (Dhanda idr., 2024)

V nadaljevanju bom predstavila štiri najpomembnejše vrste bio usnja:

1. Rastlinsko usnje

Usnje iz rastlinskih vlaken postaja priljubljena alternativa škodljivi plastiki. Naravni materiali, kot so pluta, kokos, ananas, jabolka, kaktus, kava in gobe, se predelajo v vlakna in nato v material, ki posnema usnje. Ključna sestavina je celuloza iz celičnih sten zelenih rastlin, saj končnemu izdelku zagotavlja potrebno togost. Vendar pa niso vsi naravni izdelki dovolj močni, da bi se spremenili v vegansko usnje brez dodatkov plastike, zato se okoljski vpliv izdelka znatno poveča, če se plastika doda v postopek izdelave usnja. (Dhanda idr., 2024)

2. Usnje iz gliv

V modni industriji se vse bolj uveljavlja tudi usnje iz gliv oz. natančneje iz micelija (podgobja gliv). Hitro in učinkovito raste na različnih substratih, npr. na kmetijskih odpadkih, zato je tudi bolj okolju prijazno in trajnostno kot tradicionalno predelano goveje usnje ter usnje iz poliuretana in PVC-ja. Govedo potrebuje več kot dve leti, da doseže optimalno velikost za pridobivanje kože, medtem ko gobe rastejo eksponentno in potrebujejo le nekaj tednov, da v celoti porabijo svoj substrat. Podjetja, kot so MycoWorks, Reishi, MycoTech in Bolt Threads, že komercializirajo glivno usnje v izdelkih, kot so čevlji, torbice, denarnice in paščki za ure. (Kefale idr., 2023)

3. Usnje iz bakterijske celuloze

Bakterijska celuloza in nanoceluloza postajata vse bolj priljubljeni kot okolju prijazni materiali, ki lahko nadomestijo sintetična vlakna, kot sta poliester in najlon. Pridobivata se z mikrobno fermentacijo, predvsem s pomočjo bakterije K. xylinus, ki proizvaja gosto in čisto celulozno strukturo. Proces proizvodnje te celuloze porabi manj virov v primerjavi s tradicionalnim strojenjem usnja ali proizvodnjo sintetičnega usnja. Nekatera podjetja, kot so Modern Synthesis, Nanollose in ScobyTec, razvijajo inovativne materiale iz bakterijske celuloze za uporabo v oblačilih, obutvi in dodatkih. (Absharina idr., 2024)

4. Laboratorijsko pridelano usnje

Ameriško podjetje Modern Meadow razvija laboratorijsko vzgojeno živalsko usnje s pomočjo celic, pridobljenih iz biopsije živali. Kolagen, bistvena beljakovina, ki jo najdemo v živalski koži, se za laboratorijsko pridelano usnje goji v laboratorijskem okolju, za kar nista potrebna vzreja ter ubijanje živali. Ta material je skoraj identičen naravnemu usnju, vendar ima bistveno manjši okoljski odtis. Poleg tega je proizvodnja natančno nadzorovana, kar omogoča prilagajanje velikosti in videza materiala. (Dhanda idr., 2024)

Zasledila sem tudi veliko drugih alternativ, ki jih sicer ne bi čisto uvrstila kot bio usnje, vendar bom vseeno opisala dve najzanimivejši, saj ponujata inovativne rešitve:

1. Silikonsko usnje

Silikonsko usnje je okolju prijaznejša alternativa plastičnemu usnju, saj je izdelano iz naravnega silikonskega kavčuka, ki izhaja iz kremenčevega peska. Gre za delno organski in delno anorganski material, ki združuje elastičnost organskih materialov z stabilnostjo anorganskih snovi. Za proizvodnjo porabi manj vode in elektrike kot plastika, lahko ga recikliramo (čeprav ni biološko razgradljivo) in manj škoduje oceanom kot plastika ter ni toksično za tla ali vodne organizme. (Cosh!, 2022)

2. Reciklirano usnje

Gre za proizvod, ki združuje ostanke usnja in preostala vlakna, ki bi sicer končali kot odpadek. Kosi usnja se zberejo in pošljejo v obrate za reciklažo, kjer jih zdrobijo, povežejo s poliuretanskim vezivom in stisnejo v nove vlaknene plošče. Kasneje jih prevlečejo s PU plastjo, ki jim daje videz in občutek pravega usnja. Ker reciklirano usnje še vedno vsebuje plastiko, ni popolnoma trajnostno. Poleg tega ima krajšo življenjsko dobo v primerjavi s prvotnim usnjem. Kljub temu se reciklirano usnje šteje za okolju prijazno, saj preprečuje, da bi nevarni odpadki usnja končali na odlagališčih. (Cosh!, 2022)

2.7.2.1 Rastlinsko usnje

Rastlinsko bio usnje je vrsta materiala, ki je izdelan iz različnih rastlinskih virov namesto iz živalske kože. Je okolju prijazna alternativa tradicionalnemu usnju.

Postopek izdelave rastlinskega usnja se razlikuje glede na uporabljeni material, vendar običajno vključuje razgradnjo rastlinskih vlaken in nato povezavo le-teh z vezivnimi sredstvi, da nastane material, ki je po videzu in teksturi podoben živalskemu usnju. (Dhanda idr., 2024)

Ena največjih prednosti rastlinskega usnja je njegova okoljska trajnost. Je bistveno bolj trajnostno kot živalsko. Izdelano je iz naravnih virov in ne zahteva tolikšne porabe vode, zemlje in drugih virov, kot jih potrebuje živalsko usnje. Proizvodnja živalskega usnja je ena najbolj onesnažujočih industrij, v nasprotju s tem pa proizvodnja rastlinskega usnja uporablja veliko manj strupenih kemikalij in povzroča manj odpadkov. Mnoge vrste bio usnja so celo narejene iz kmetijskih ostankov, kot so listi ananasa in jabolčne lupine, ki bi sicer končali na odlagališčih. Z njihovo ponovno uporabo rastlinsko usnje prispeva k zmanjšanju odpadkov in ohranjanju naravnih virov. (Dhanda idr., 2024)

Kljub temu se poraja precej dvomov glede vzdržljivosti rastlinskega usnja, saj marsikdo misli, da ni tako močno ali obstojno kot živalsko usnje. Vendar to ni res. Nekatere vrste rastlinskega usnja so enako trpežne kot živalsko usnje, nekatere celo bolj. Na primer, plutasto usnje je izjemno odporno na vodo in praske, zaradi česar je odlična izbira za čevlje in torbe, ki so pogosto izpostavljeni vremenskim vplivom. Rastlinsko usnje je mogoče tudi obdelati z zaščitnimi premazi, kar še dodatno poveča njegovo vzdržljivost in dolgo življenjsko dobo. (HZCORK, 2022)

Iz estetskega vidika je rastlinsko usnje prav tako lahko enako privlačno in elegantno kot živalsko. Na voljo je v široki paleti barv in tekstur ter je oblikovano tako, da posnema videz živalskega usnja.

Poleg okoljskih in vzdržljivostnih prednosti je rastlinsko usnje tudi etično boljša alternativa v primerjavi z živalskim usnjem. Pri proizvodnji rastlinskega usnja ni potrebno ubijati ali mučiti živali, kar omogoča potrošnikom, da podprejo bolj etično industrijo.

2.7.2.2 Izzivi in omejitve rastlinskega usnja

Kljub številnim prednostim ima rastlinsko usnje tudi nekatere slabosti, ki vplivajo na njegovo širšo uporabo.

Eden največjih izzivov rastlinskega usnja je visoka cena. Rastlinski materiali so pogosto dražji od živalskih kož, postopek izdelave je bolj delovno intenziven, saj zahteva natančno obdelavo rastlinskih vlaken in naprednejše tehnologije. Prav tako gre za relativno novo tehnologijo in proizvodnja še ni dovolj optimizirana za množično proizvodnjo po nizkih stroških. To lahko potrošnike odvrne od izbire bio usnja, še posebej, če so na voljo cenejše alternative iz živalskega usnja. (Kefale idr., 2023)

Za razliko od živalskega usnja, ki je široko dostopno, je trg rastlinskega usnja še vedno razmeroma nov. Ker se še ne proizvaja v tako velikih količinah, je manj izbire in slabša dostopnost. To pomeni, da je težje popolnoma vključiti rastlinsko usnje v vsakdanjo garderobo, saj trg še ni dovolj razvit. (Kefale idr., 2023)

Poleg tega nekatere različice bio usnja niso tako trpežne kot pravo usnje, zlasti pri dolgotrajni uporabi in izpostavljenosti vlagi ali mehanski obrabi. Čeprav se materiali izboljšujejo, nekatera bio usnja potrebujejo dodatne premaze ali sintetična veziva za večjo vzdržljivost, kar pa zmanjšuje njihovo biološko razgradljivost. To pomeni, da vso rastlinsko usnje ni popolnoma ekološko, čeprav je bolj trajnostno od tradicionalnega usnja. (Dhanda idr., 2024)

Kljub nekaterim izzivom menim, da je rastlinsko usnje pomembna in dragocena alternativa tradicionalnemu živalskemu usnju. Njegove okoljske prednosti pomagajo zmanjšati onesnaževanje in porabo virov, njegova vzdržljivost že zagotavlja, da lahko konkurira živalskemu usnju, prav tako omogoča potrošnikom, da podprejo bolj humane proizvodne procese.

2.7.2.3 Pregled obstoječih vrst rastlinskega usnja

V zadnjih letih je razvoj rastlinskega usnja močno napredoval, saj si industrija prizadeva poiskati trajnostne in etične alternative tradicionalnemu usnju. Različni proizvajalci in raziskovalci so razvili inovativne materiale, ki temeljijo na rastlinskih virih, kmetijskih odpadkih in biotehnoloških postopkih. V nadaljevanju sem predstavila nekaj najbolj znanih in zanimivih vrste rastlinskega usnja, ki že obstajajo na trgu ali so v razvoju.

1. Usnje iz listov ananasa – Piñatex

Piñatex je ena izmed najbolj prepoznavnih rastlinskih alternativ usnju. Razvilo ga je podjetje Ananas Anam in temelji na vlaknih iz listov ananasa, ki so sicer kmetijski odpadni produkt pri gojenju tega sadeža, kar pomeni, da za proizvodnjo surovine ni potrebna dodatna zemlja, voda ali pesticidi. Z porabo odpadkov Ananas Anam tako zmanjša količino sežganih listov ananasa, kar zmanjša emisije CO_2, ki se sproščajo v ozračje. Na spletni strani Ananas Anam trdijo, da kvadratni meter Piñatexa preprečuje izpust ekvivalenta približno 12 kg CO_2. (Ananas Anam, b.d.) Zraven trajnostne uporabe odpadnega materiala, sta prednost ananasovega usnja tudi zračnost in fleksibilnost, zato je primerno za modne dodatke, čevlje in oblazinjeno pohištvo. Kljub temu pa je manj odporno na vodo kot tradicionalno usnje. (Dhanda idr., 2024)

Piñatex je pridobil veliko pozornosti v modni industriji, saj so ga uporabile znamke, kot sta Hugo Boss in Nike pri izdelavi čevljev.



Slika 4: Piñatex (vir: https://hozencollection.com/blogs/hozen-blog/what-is-pinatex-and-how-is-it-made (1.2.2025))

3. Usnje iz kaktusov – Desserto

Desserto je inovativno rastlinsko usnje, narejeno iz kaktusa vrste nopal, ki uspeva v sušnih območjih Mehike. Njegova proizvodnja zahteva minimalno količino vode, kar ga uvršča med okolju najprijaznejše alternative usnju. Nasadi kaktusa prav tako predelajo znatno količino ogljikovega dioksida. Na spletni strani Desserto sem zasledila podatek, da na 14 hektarjih absorbirajo 8100 ton CO_2 na leto, medtem ko so njihove letne emisije CO_2 na kmetiji le 15 ton. Povečanje nasadov nopala je tako lahko strategija za zmanjševanje kopičenja ogljikovega dioksida v ozračju. (Desserto, b.d.)

Usnje iz kaktusa je izjemno mehko, vodoodporno in biorazgradljivo. Ponuja visoko odpornost proti obrabi, drgnjenju, trganju, natezanju in veliko vzdržljivost, zato je odlična alternativa živalskemu usnju in drugim sintetičnim materialom. Njihovo načelo je ponuditi trajnostne alternative brez krutosti do živali in brez strupenih kemikalij ali PVC-ja. (Desserto, b.d.) Slabost je, da je dražje v primerjavi z nekaterimi drugimi alternativami.

Desserto je pridobil številne nagrade za trajnost in se vse bolj uporablja v luksuzni modi in avtomobilski industriji.



Slika 5: Desserto (vir: https://desserto.com.mx/home (1.2.2025))

4. Usnje iz plute – Cork Leather

Plutasto usnje je naraven in trajnosten material, pridobljen iz lubja hrasta plutovca. Pri njegovi proizvodnji ni treba posekati dreves, saj se lubje obnavlja vsakih nekaj let. Je lahko, vodoodporno, naravno in biorazgradljivo, ampak manj prožno kot pravo usnje. Plutasto usnje

je v zadnjem času še posebej priljubljeno v Evropi, kjer ga uporabljajo trajnostne modne znamke za torbice, denarnice in pohištvo. (Dhanda idr., 2024)



Slika 6: usnje iz plute (vir: https://danandmez.com/blog/cork-leather/ (1.2.2025))

5. Usnje iz gliv – Mylo

Mylo je biotehnološko pridobljen material, narejen iz micelija – podzemnega koreninskega sistema gliv. Ta material raste hitro in zahteva minimalne vire za proizvodnjo. Mylo je razvil Bolt Threads, podprle so ga tudi velike modne znamke, kot je Adidas. Ima podoben videz in otip kot pravo usnje, je mehko in prožno. Mylo je hitro rastoč in obnovljiv ter biorazgradljiv material, slabost pa je višja cena in omejena proizvodnja. Zraven okoljskih prednosti, ki si jih deli z že prej omenjenimi materiali, pa je posebnost tudi vertikalno kmetovanje, ki še dodatno zmanjšuje ekološki odtis. (Bolt Threads, b.d.)



Slika 7: Mylo (vir: https://mycmagazine.com/en/mylo-is-the-future-of-vegan-leather/ (1.2.2025))

6. Usnje iz kokosa – Malai

Malai je inovativno rastlinsko usnje, narejeno iz bakterijsko fermentirane kokosove vode, ki nastane kot stranski produkt pri predelavi kokosa. Razvilo ga je indijsko podjetje Malai, ki se osredotoča na trajnostno in brezodpadno proizvodnjo materialov. Malai je naraven in biološko razgradljiv material, je prožen in zračen. Kot tudi Piñatex je narejen iz kmetijskih ostankov, kar zmanjšuje količino odpadkov. Je pa manj odporen na vodo kot pravo usnje in potrebuje dodatno zaščito. Malai je še vedno v procesu raziskav in razvoja, še vedno prilagajajo natezno trdnost, odpornost proti obrabi in raztezek. (Malai, 2021)



Slika 8: Malai (vir: https://malai.eco/blogs/malai-material (1.2.2025))

7. Usnje iz manga – Fruitleather Rotterdam

Mangovo usnje je ena izmed najbolj zanimivih rastlinskih alternativ usnju, saj je narejeno iz prezrelega manga, ki bi sicer končal kot odpadek. Razvilo ga je nizozemsko podjetje Fruitleather Rotterdam, ki predeluje neuporabni mango v trajnosten in fleksibilen material.

Na spletni strani Fruitleather Rotterdam navajajo nekaj zanimive, a hkrati zaskrbljujoče statistike. Vsako leto po vsem svetu zavržemo 1,3 milijarde ton hrane. 30% kmetijskih zemljišč na Zemlji se uporablja za proizvodnjo hrane, ki bo na koncu zavržena. 40% pridelane hrane ostane na poljih, ker ni dovolj dobrega videza za supermarkete. 10% vseh toplogrednih plinov, ki se sproščajo v razvitih državah, se uporablja za proizvodnjo hrane, ki se nikoli ne bo zaužila. (Fruitleather Rotterdam, b.d.)

Material torej izdelujejo iz zavrženega sadja, kar zmanjšuje količino živilskih odpadkov. Je mehak in prožen, podoben pravemu usnju, ampak slabše odporen na vodo kot tradicionalno usnje in še vedno potrebuje izboljšave pri trpežnosti in dolgi življenjski dobi.

Proces izdelave vključuje sušenje in stiskanje mangove kaše, ki se nato obdeluje, da pridobi strukturo podobno usnju. Ta metoda omogoča uporabo sadnih odpadkov na inovativen način in zmanjšuje vpliv modnih izdelkov na okolje. (Fruitleather Rotterdam, b.d.)

Tudi jaz sem za svoj poskus izdelave približka alternativnemu bio usnju izbrala mango.



Slika 9: Fruitleather Rotterdam (vir: https://materialdistrict.com/material/rotterdam-fruitleather/ (1.2.2025))

Rastlinsko usnje ponuja številne raznolike alternative, ki so primerljive z živalskim usnjem po videzu, otipu in vzdržljivosti. Čeprav se materiali še razvijajo in imajo različne prednosti in slabosti, vsi prispevajo k bolj trajnostni in etični prihodnosti mode, pohištva in avtomobilske industrije.

2.8 Primerjava ogljičnega odtisa živalskega in rastlinskega usnja in drugih lastnosti

LCA (Life-cycle Assessment) ali analiza življenskega cikla je postopek oz. metoda za ocenjevanje učinkov, ki jih ima proizvod na okolje v celotnem obdobju njegove življenjske dobe. Ker je obseg proizvodnje bio usnja še dokaj majhen in ker je to relativno nov material, še njegovi vplivi na okolje niso tako raziskani, kot so za živalsko usnje, vendar so nedavne LCA raziskave ocenile, da se ogljični odtis rastlinskega usnja giblje med 0,8 in 8,8 kg ekvivalenta CO_2 / m^2 usnja, medtem ko številka za tradicionalno usnje znaša 110 kg ekvivalenta CO_2 / m^2 usnja. (Udawattage, 2024). Z metodo so pokazali, da je poraba vode za rastlinska usnja veliko manjša in da so boljša tudi iz vidika škodljivih kemikalij, saj jih večina le-teh ne vsebuje. Rastlinsko usnje se tudi bistveno lažje razgradi kot živalsko usnje, predvsem pa predelava in pridelava bio usnja povzroča povprečno 80% manj emisij CO_2 v primerjavi z živalskim usnjem. (Kefale idr., 2023)

	Živalsko usnje	**Bio rastlinsko usnje**
Vir materiala	Živalska koža	Rastlinska vlakna iz sadnih odpadkov, listov, lupin
Ogljični odtis	110 kg CO_2 e / m^2	0,8 – 8,8 kg CO_2 e / m^2
Trpežnost	Zelo trpežno	Trpežno, vendar običajno manj kot pravo usnje
Proizvodni proces	Strojenje, pogosto s kromom	Različne, okolju prijaznejše metode, uporaba naravnih sestavin in minimalne količine kemikalij
Biorazgradljivost	Težje razgradljivo zaradi kemikalij	Bolj razgradljivo
Vodoodpornost	Navadno odporno na vodo	Nekatere vrste so, nekatere pa so bolj vpojne
Okoljski vpliv	Visok ogljični odtis, deforestacija, velika poraba vode in kemikalij	Manjši ogljični odtis, običajno biorazgradljivo

Tabela 1: pregled in primerjava lastnosti živalskega in rastlinskega usnja

3 PRAKTIČNI DEL

3.1 Izdelava bio usnja

V okviru eksperimentalnega dela sem preizkusila postopek izdelave bio usnja iz manga in drugih naravnih sestavin. Cilj je bil izdelati material, ki bi bil dovolj prožen, trpežen in estetsko privlačen za nadaljnjo uporabo za manjši izdelek. Recept za bio usnje sem osnovala na navodilih iz spletne strani Textile Academy, kjer je Beatriz Sandini predstavila postopek izdelave bio usnja iz manga, limone, cimeta in čebeljega voska (dostopno na: https://class.textile-academy.org/2020/beatriz.sandini/projects/Material-Recipes/mango-bioleather/). Postopek je zahteval nekaj majhnih prilagoditev, saj sem se soočala z določenimi izzivi pri prožnosti in trpežnosti materiala.

3.1.1 Postopek

Za osnovo bio usnja sem tudi jaz uporabila mango, saj vsebuje veliko naravnih sladkorjev in pektina, ki prispevajo k elastičnosti materiala. Poleg manga sem dodala čebelji vosek, ki služi kot naravni mehčalec in izboljša odpornost proti vlagi, cimet, ki ima antibakterijske lastnosti in prijeten vonj, ter limonin sok, ki pomaga pri konzerviranju materiala.



Slika 10: sestavine (lastni vir)

Najprej sem dva zelo zrela, rahlo gnila manga z lupino vred narezala na manjše kose in ju zmešala v mešalniku v homogeno maso. Nato sem dodala žličko cimeta, sok ene limone in približno 20 gramov stopljenega čebeljega voska. Da bi odstranila odvečno vodo, sem maso počasi segrevala v loncu na nizki temperaturi, dokler ni dosegla goste, kašaste strukture. Potem sem maso razporedila na silikonsko podlago in jo s pomočjo lopatke oblikovala v tanek sloj enakomerne debeline. Sušenje je najprej nekaj ur potekalo v pečici pri temperaturi 40 - 50 °C, nato pa še več dni pri sobni temperaturi pod obtežitvijo, da sem preprečila zvijanje.



Slika 11: masa (lastni vir)



Slika 12: pred sušenjem (lastni vir)

3.1.2 Neuspešni poskusi

Med postopkom izdelave bio usnja sem se soočala s številnimi izzivi in neuspešnimi poskusi, saj je že najmanjša sprememba v postopku vplivala na končne lastnosti materiala. Kljub temu so mi te napake pomagale izboljšati končno tehniko. Prvi problem se je pojavil pri sušenju mase na peki papirju, saj se je ta po tem ko sem posušeno maso vzela iz pečice skrčil, kar je povzročilo neželeno valovito strukturo in deformacije na površini bio usnja. Posledično je bil material neenakomeren, kar bi otežilo njegovo nadaljnjo obdelavo. Pri tem poskusu sem uporabila zrel kivi, za katerega sem kljub težavi ugotovila, da tvori bolj togo oz. manj upogljivo bio usnje.

V naslednjem poskusu sem naredila napako pri nanosu mase, saj sem jo razporedila preveč na tanko in neenakomerno. Po sušenju so zato nastali debelejši in tanjši deli, usnje je bilo na določenih mestih pretrdo in slabše upogljivo, na drugih pa prešibko in občutljivo na trganje. Da bi zagotovila bolj enakomerno debelino materiala, sem improvizirala okvir oz. model, ki mi je omogočil, da sem maso razporedila v enakomerno plast. Za ta poskus sem uporabila zrele nektarine, za katere sem kljub težavi ugotovila, da tvorijo teksturno in strukturno zelo podobno bio usnje kot mango.

Poleg teh tehničnih težav sem ugotovila, da ima velik vpliv tudi zrelost sadja. Pri enem od poskusov sem uporabila premalo zrel mango, kar je povzročilo, da je bila tekstura posušene mase groba in hrapava, namesto da bi bila gladka in enotna. Kasneje sem ugotovila, da zrelejši mango namreč vsebuje več naravnih sladkorjev in pektina, kar prispeva k bolj povezani in prožni strukturi bio usnja.

Vsaka od teh napak mi je dala pomemben vpogled v ključne dejavnike, ki vplivajo na kakovost bio usnja, od pravilne izbire podlage za sušenje, ustrezne debeline nanosa, do optimalne izbire sadja. Postopek sem nato prilagodila in izboljšala, kar mi je omogočilo, da sem izdelala material, ki je bil bolj trpežen, prožen in primeren za nadaljnjo obdelavo.

Čeprav ta doma izdelan material ni popolnoma primerljiv s pravim usnjem, se je izkazal kot zanimiva trajnostna alternativa, ki bi se lahko izboljšala z dodatnimi preizkusi in kakšnimi drugimi dodatki za večjo trpežnost.



Slika 13: neuspeli poskusi - nektarine, kivi, nezrel mango (lastni vir)

3.2 Analiza lastnosti bio usnja

Po več poskusih izdelave bio usnja iz manga, čebeljega voska, cimeta in limone sem analizirala njegove lastnosti, da bi ocenila, kako se primerja s tradicionalnim usnjem in drugimi rastlinskimi alternativami.

1. Vizualne lastnosti

Doma narejeno bio usnje je imelo rahlo hrapavo površino, ki se je razlikovala pri različnem sadju. Mangovo usnje je imelo topel rjavkastooranžen odtenek, kivijevo je bilo temno rjavo, usnje iz nektarin pa je imelo rdečeoranžen odtenek. Usnje je bilo tudi rahlo prosojno. Material je imel tudi prijeten naraven vonj po cimetu in medu, kar ga ločuje od sintetičnih alternativ, ki pogosto vsebujejo vonjave po plastiki ali kemikalijah.

2. Mehanske lastnosti

Material se je izkazal kot dobro upogljiv, vendar je njegova fleksibilnost odvisna od debeline. Pri pretankem nanosu se je bio usnje trgalo oz. lomilo, pri debelejših plasteh pa se je slabo

prilagajalo oblikam. Najboljši rezultat sem dosegla pri srednje debeli plasti, kjer je bio usnje ohranilo dovolj elastičnosti, da je bilo primerno za končni izdelek. Pri trganju se moje bio usnje ni najbolje obneslo. Ko sem ga poskusila strgati se je precej hitro vdalo. To mi je pri končnem izdelku povzročilo manjšo težavo. Ugotovila pa sem tudi, da se končni material lahko prepogiba, ne da bi se pri tem zlomil oz. kakorkoli drugače deformiral. Tudi pri raztezanju se je precej dobro odrezal in se celo povrnil v prvotno obliko. Seveda se je ob prekomernem raztezanju pretrgal, vendar je vseeno prenesel znatno obremenitev. Za izboljšanje vzdržljivosti bi bilo smiselno dodati naravno vezivo, kot je agar ali alginat, ki bi material bolj povezalo in zmanjšalo možnost trganja, prav tako bi lahko pri pripravi mase dodala na primer volnena vlakna. Moje bio usnje tudi ni bilo popolnoma vodoodporno, saj se je ob stiku z vodo zmehčalo in celo malo stopilo. Dodatek čebeljega voska je sicer nekoliko izboljšal vodoodpornost, vendar bi bila potrebna dodatna obdelava s kakšnim premazom, da bi bio usnje postalo bolj odporno na vodo. Pri poskusu sežiganja, se usnje ni stopilo, kot sem pričakovala, ampak se je samo zažgalo in postalo črno.

3. Možna uporaba

Ključne prednosti doma narejenega bio usnja so naravni izvor, prijeten vonj in vizualna privlačnost, medtem ko so glavne slabosti omejena vodoodpornost in nižja vzdržljivost. Na podlagi opravljenih testov sem tako ocenila, da bi bilo moje bio usnje najbolj primerno za izdelavo manjših izdelkov, kot so na primer ovitek za knjige, manjša torbica ali denarnica in dekorativni element v modi ali interierju. Z nadaljnjimi izboljšavami, kot so dodatni premazi za zaščito in uporaba naravnih veziv in ojačitvenih vlaken, bi bilo mogoče material narediti še bolj trpežen in funkcionalen.

Poudarila bi rada, da moj cilj pri izdelavi bio usnja ni bil izdelati industrijsko kakovostnega materiala, ki bi po vzdržljivosti in trpežnosti konkuriral tradicionalnemu ali komercialnemu rastlinskemu usnju, kot ga izdelujejo v specializiranih obratih. Namesto tega sem želela pokazati, da je mogoče s preprostimi naravnimi sestavinami ustvariti okolju prijazno alternativo, ki jo lahko uporabimo za izdelavo unikatnih izdelkov. Zavedam se, da moje bio usnje ni približek pravemu usnju, saj mu manjkata tako mehanska odpornost kot dolga življenjska doba, vendar je kljub temu dokaz, da je mogoče na trajnosten način ustvariti material

iz popolnoma naravnih sestavin, ki bi sicer končali kot odpadki. Čeprav končni izdelek morda ni tako trpežen kot klasična torbica iz usnja, pa nosi pomembno sporočilo - da lahko s kreativnostjo in trajnostnimi pristopi razmišljamo izven okvirjev in ustvarjamo nove rešitve za bolj ekološko prihodnost.

3.3 Izdelava končnega izdelka

Po uspešni izdelavi bio usnja sem se odločila, da ga preizkusim v praksi in iz njega ustvarim preprost, a funkcionalen izdelek - torbico. Tako sem lahko ocenila uporabnost, vzdržljivost ter možnosti oblikovanja in obdelave.

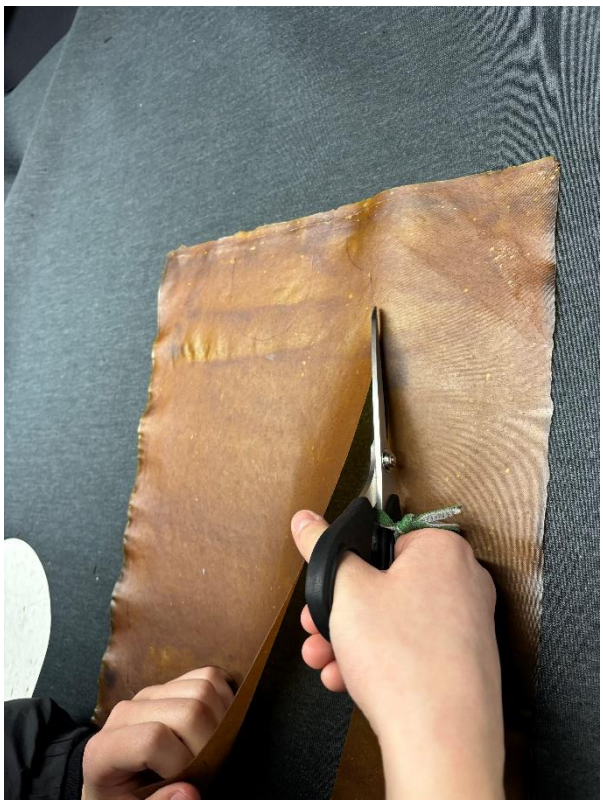
Oblikovanje

Najprej sem svojo zamisel skicirala. Pri zasnovi sem upoštevala, da material ni enako trpežen kot pravo usnje, zato sem se odločila za preprostejšo zasnovo brez zapletenih šivov in detajlov, da bi zmanjšala možnosti poškodb materiala.

Upoštevala sem kreativnost, všečnost, funkcionalno uporabnost izdelka in da je izvedljiv v praksi. Na osnovi skice sem naredila šablono in jo sproti prilagodila, da je ustrezala moji zamisli. Potem sem iz pomožnega materiala naredila prototip, da sem preverila obliko, velikost in zaporedje šivanja.



Slika 15: šablona (lastni vir)



Slika 14: rezanje (lastni vir)

Šivanje

Za končni izdelek sem uporabila izdelano bio usnje, sukanec in dekorativno sponko. Šivala sem na industrijskem šivalnem stroju. Pri šivanju bio usnja sem morala biti previdna in tehtna, saj sem imela na voljo omejeno količino bio materiala. Paziti sem morala tudi, ker je material manj elastičen kot pravo usnje in se je lažje strgal. Kljub temu nisem imela večjih težav pri šivanju – igla je brez težav prehajala skozi material, šivi so se lepo oblikovali in struktura torbice je ostala

stabilna. Edina težava, ki se je pojavila, je bila na enem od vogalov, kjer se je material začel rahlo trgati. To se je zgodilo, ker sem več kot dvakrat šivala po istem mestu, bilo je preveč vbodov, to pa je povzročilo raztrganino. To kaže, da bio usnje ni tako odporno na mestih, kjer se material prepogiba in je izpostavljen večji napetosti.



Slika 17: proces izdelave (lastni vir)



Slika 16: šivanje (lastni vir)

Ocenjevanje funkcionalnosti končnega izdelka

Material je lahek, kar je pozitivno vplivalo na udobnost nošenja. Prav tako je torbica ohranila svojo obliko. Kljub temu se je izdelek iz bio usnja izkazal v prvi vrsti kot estetski, z nadgradnjo pa bi dobil vse več uporabnih lastnosti. Ugotovila sem, da bi bilo za večjo vzdržljivost smiselno

uporabiti dodatno notranjo plast materiala ali tekstilno podlogo, ki bi utrdila torbico in zmanjšala obrabo, vendar se bi potem spet lahko pojavile težave zaradi več plasti pri šivanju.

Kljub nekaterim pomanjkljivostim sem z izdelavo torbice dokazala, da je možno ustvariti uporaben izdelek iz popolnoma naravnega materiala, ki sem ga izdelala sama.



Slika 18: končni izdelek (lastni vir)

3.4 Poskus izboljšave

Ker sem vedela, da mango običajno prihaja iz bolj oddaljenih tropskih krajev, sem kasneje želela še izboljšati svoje usnje in narediti korak naprej glede okoljske trajnosti. To sem storila tako, da sem za glavno sestavino bio usnja uporabila hruške, saj so lokalno sadje, se pravi da zanje ni potrebno toliko transporta kot za mango. Prav tako na internetu nisem zasledila uporabe hrušk v bio usnju, zato sem želela sama preizkusiti tudi takšen material. Izdelala sem ga po enakem postopku kot mangovo usnje. Ko se je posušilo, sem opazila, da je bilo bolj upogljivo in ne tako togo kot usnje iz manga, vendar pa ni bilo tako elastično in odporno na prepogibanje ter raztegovanje. Kljub temu sem poskusila iz njega izdelati nekoliko drugačno torbico, ampak se je material pričel ob in po šivanju trgati. Ugotovila sem, da se ta material ne bi obnesel za modni dodatek oz. da ni funkcionalen. Poskusila sem torej poiskati drugo trajnostnejšo možnost, ki pa žal ni uspela. Zaključim lahko, da se je v mojih raziskovalnih poskusih za bio usnje najbolje obnesel mango. V nadaljnih eksperimentih bi za boljše rezultate bilo smiselno preveriti še kakšno drugo lohalno sadje, npr. jabolke ali slive in se podrobneje pozanimati, katero sadje ima mangu najbolj podobno vsebnost pektina, celuloze in drugih pomembnih komponent, ki vplivajo na končni rezultat. Prav tako bi lahko, kot sem že prej zapisala, raziskala vpliv dodatnih sestavin in naravnih vezivnih sredstev.



Slika 20: šivanje druge torbice (lastni vir)



Slika 19: torbica iz hrušk (lastni vir)



Slika 21: raztrganina 1 (lastni vir)



Slika 22: raztrganina 2 (lastni vir)

Ker mi izdelava torbice iz hruškovega usnja ni uspela, sem želela pridobiti podatek, kolikšen je ogljični odtis transporta manga, da bi lahko ugotovila ali transport zelo vpliva na končne ekološke lastnosti usnja. V raziskavi *National Mango Board Sustainability Assessment* sem našla podatek, ki opisuje ogljični odtis, ki se ustvari do proizvodnje manga v Mehiki do distribucijskih centrov v ZDA, vključno s transportom in pakiranjem. Podatek znaša približno 0,5 kg ekvivalenta CO_2 / kg manga. Zgolj transport prispeva 0,15 kg ekvivalenta CO_2 / kg. (Common Fields, 2010) Trdim lahko, da, tudi če predpostavimo, da mango potuje v Evropo, te emisije toplogrednih plinov ne bodo znatno vplivale na skupni ogljični odtis bio usnja in da bo ta še vedno precej manjši od ogljičnega odtisa pravega usnja.

4 PREVERJANJE HIPOTEZ IN RAZPRAVA

1. Doma narejeno bio usnje iz manga bo imelo zadostno prožnost in estetsko privlačnost za izdelavo uporabnega izdelka. - Hipoteza potrjena.

Po izdelavi bio usnja sem ugotovila, da material dosega dovolj dobre mehanske lastnosti, da sem ga lahko oblikovala in šivala. Površina je bila bolj hrapava in naravna s prijetnim vonjem po cimetu in medu. Pri vizualni oceni materiala je bilo opaziti, da bio usnje nima popolnoma enotne strukture, vendar je kljub temu delovalo vizualno zanimivo in primerno za modni dodatek.

Pri šivanju nisem imela večjih težav, material je bil dovolj prožen, vendar sem morala biti previdna pri vogalih, saj je na enem delu prišlo do rahlega trganja. To potrjuje, da je bio usnje primerno za manjše unikatne izdelke, vendar bi bilo za izboljšanje lastnosti smiselno nadgraditi material.

2. Proces izdelave bio usnja je trajnostnejši v primerjavi z izdelavo tradicionalnih usnjenih materialov. - Hipoteza potrjena.

Na podlagi raziskave in internetnih virov lahko potrdim, da je izdelava bio usnja za okolje manj obremenjujoča od tradicionalnega usnja, saj ne zahteva živinoreje, kemičnega strojenja in ne onesnažuje vode. Domače bio usnje je bilo narejeno iz naravnih sestavin, kar pomeni, da ne vključuje uporabe strupenih kemikalij, ki so značilne za klasično usnjarsko industrijo.

Vendar pa je bilo pri domači izdelavi potrebno dolgotrajno sušenje, saj sem bio usnje več ur sušila v pečici, kar je vplivalo na porabo energije. To pomeni, da postopek izdelave ni bil popolnoma energijsko nevtralen, kot sem sprva predvidevala. Kljub temu menim, da je bil okoljski odtis celotnega postopka še vedno manjši od klasične predelave usnja, saj ni zahteval industrijskih kemikalij ali porabe vode v velikih količinah, prav tako je veliko bolj etičen.

Za izboljšanje trajnostnega vidika bi bilo smiselno raziskati alternative sušenju v pečici, na primer naravno sušenje na zraku, ki bi zmanjšalo porabo energije, vendar bi hkrati podaljšalo čas izdelave.

3. Bio usnje ne bo dosegalo enake trpežnosti kot tradicionalno, vendar bo primerno za manjši izdelek. - Hipoteza potrjena.

Pri testiranju vzdržljivosti sem ugotovila, da domače bio usnje ni tako trpežno kot pravo živalsko usnje, kar je bilo pričakovano, saj ne vsebuje kolagena, ki daje usnju odpornost proti trganju, vlagi in obrabi. Doma narejeno bio usnje je bilo manj odporno na trganje, kar sem opazila pri testiranju torbice. Pri testiranju z vodo sem prav tako ugotovila, da ni vodoodporno. Kljub tem omejitvam je bio usnje dobro obdržalo svojo strukturo v končnem izdelku, čeprav ni primerno za večje obremenitve. To potrjuje, da je uporabno za manjše modne dodatke, kot so torbice, etuiji ali denarnice, ki niso izpostavljeni večji mehanski obrabi.

Rezultati raziskovalne naloge potrjujejo, da je doma mogoče izdelati bio usnje iz naravnih sestavin, ki ima dovolj dobre mehanske lastnosti, da ga je mogoče uporabiti za manjši izdelek.

Glavne prednosti doma narejenega bio usnja so naravni materiali, možnost prilagajanja sestavin in postopka, kar omogoča eksperimentiranje z različnimi recepturami ter vizualno zanimiv in estetsko privlačen končni material. Omejitve pa so slabša trpežnost v primerjavi s pravim ali rastlinskim usnjem in sušenje v pečici je energijsko potratno.

Bio usnje ponuja zanimiv poskus za vse, ki želijo eksperimentirati s trajnostnimi materiali in ustvarjati izdelke, ki imajo manjši okoljski odtis. V prihodnje bi bilo smiselno raziskati možnosti nadgradnje materiala, da bi izboljšali njegovo vzdržljivost in odpornost.

Celoten eksperiment je pokazal, da je mogoče s preprostimi sestavinami ustvariti uporaben material in na koncu iz njega izdelati lep unikaten izdelek.

5 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Raziskovalna naloga nosi pomembno družbeno odgovornost, saj obravnava trajnostne alternative tradicionalnim materialom in ozavešča o okoljskih in etičnih vplivih usnjarske industrije. Usnje je danes eden najbolj problematičnih materialov v modni industriji, saj njegova proizvodnja povzroča onesnaževanje vode, veliko porabo virov ter izkoriščanje delavcev in živali. Z raziskovanjem bio usnja kot možne alternative ta naloga prispeva k iskanju bolj trajnostnih rešitev in spodbuja razmislek o bolj ekoloških materialih v oblikovanju izdelkov.

Poleg tega ta raziskovalna naloga poudarja pomembnost zmanjšanja odpadkov z uporabo naravnih in obnovljivih virov, kot so sadni ostanki in rastlinski materiali, kar je v skladu s konceptom krožnega gospodarstva. S prikazom, da je mogoče iz preprostih naravnih sestavin izdelati uporaben material, naloga tudi spodbuja ustvarjalno recikliranje.

Končni izdelek, čeprav morda ni industrijsko uporaben, nosi močno simbolno vrednost, saj kaže, da lahko s kreativnim razmišljanjem in eksperimentiranjem z alternativnimi materiali prispevamo k trajnostnejši prihodnosti. S tem raziskava spodbuja razmislek o etični in ekološki odgovornosti v modni industriji.

6 ZAKLJUČEK

Raziskovalna naloga je pokazala, da je mogoče iz naravnih sestavin ustvariti bio usnje, ki je vizualno privlačno in funkcionalno za manjše izdelke.

Naloga nosi tudi pomembno družbeno in okoljsko sporočilo, saj opozarja na problematiko tradicionalne usnjarske industrije in spodbuja uporabo bolj etičnih in trajnostnih rešitev. Tako lahko prispevamo k bolj trajnostni prihodnosti, kjer moda in oblikovanje ne bosta temeljila na izkoriščanju živali in okolja, temveč na inovacijah, obnovljivih virih in odgovorni proizvodnji.

Ta raziskava je le majhen korak v smeri iskanja alternativnih in ekoloških materialov, vendar dokazuje, da lahko s kreativnostjo, raziskovanjem in željo po spremembi prispevamo k bolj trajnostnemu svetu. V zadovoljstvo mi je, da mi je uspelo doseči vse zastavljene cilje, se pri tem izobraziti in izdelati kreativen izdelek!

7 VIRI IN LITERATURA

1. Absharina, D., Padri, M., Veres, C., Vágvölgyi, C. (2024). Bacterial Cellulose: From Biofabrication to Applications in Sustainable Fashion and Vegan Leather. Dostopno na: https://doi.org/10.3390/fermentation11010023. (pridobljeno 6. 4. 2025)
2. Ananas Anam (b.d.). About us. Dostopno na: https://www.ananas-anam.com/about-us/. (pridobljeno 10. 1. 2025)
3. Bea's fabricademy journey (2020). Mango Bioleather. Dostopno na: https://class.textile-academy.org/2020/beatriz.sandini/projects/Material-Recipes/mango-bioleather/. (pridobljeno 29. 12. 2024)
4. Bolt Threads (b.d.). Meet Mylo. Dostopno na: https://boltthreads.com/technology/mylo/. (pridobljeno 10. 1. 2025)
5. Britannica Academic (2018). Leather. Dostopno na: https://academic.eb.com/levels/collegiate/article/leather/47532. (pridobljeno 5. 1. 2025)
6. Circumfauna (b.d.). Leather industry data shows us it is far more impactful than even synthetic alternatives. Dostopno na: https://circumfauna.org/leather-carbon-footprint. (pridobljeno 5. 4. 2025)
7. Common Fields (2010). National Mango Board Sustainability Assessment. Dostopno na: https://www.mango.org/wp-content/uploads/2017/10/Sustainability_Final_Report_Eng.pdf. (pridobljeno 5. 4. 2025)
8. Cosh! (2022). Does Sustainable Leather Exist?. Dostopno na: https://cosh.eco/en/articles/sustainable-leather. (pridobljeno 5. 1. 2025)
9. Cosh! (2024). Navigating Leather: Making More Sustainable Choices. Dostopno na: https://cosh.eco/en/articles/navigating-natural-leather. (pridobljeno 5. 1. 2025)
10. Desserto (b.d.). Why cactus? Dostopno na: https://desserto.com.mx/why-cactus%3F-1. (pridobljeno 10. 1. 2025)
11. Dhanda, V., Arsalan, S., Shubham, Kaushal, S. (2024). Revolutionizing material: The rise of bio leather as eco-friendly and sustainable approach. International Journal of Research in Agronomy. DOI: https://doi.org/10.33545/2618060X.2024.v7.i11b.1954.
12. Enciklopedija tehnike (1983). Usnjarstvo. Ljubljana: Cankarjeva založba.
13. Fruitleather Rotterdam (b.d.). Why Fruitleather?. Dostopno na: https://fruitleather.nl/introduction-2/. (pridobljeno 10. 1. 2025)
14. Hakansson, E., Carter, N., Coen, L., LaBarbera, N. (2022). Under their skin: Leather's impact on the planet. Dostopno na: https://www.collectivefashionjustice.org/under-their-skin. (pridobljeno 5. 1. 2025)
15. HZCORK (2022). The Complete Guide To Plant-Based Leather: What Is Plant-Based Leather?. Dostopno na: https://www.hzcork.com/the-complete-guide-to-plant-based-leather/#1. (pridobljeno 7. 1. 2025)
16. Jackson, B. (2022). Can Leather Be Truly Eco-Friendly Or Sustainable?. Dostopno na: https://isitleather.com/blog/sustainable-eco-friendly-leather-industry-future/. (pridobljeno 11. 1. 2025)

17. Kefale, G. Y., Kebede, Z. T., Birlie, A. A. (2023). A Systematic Review on Potential Bio Leather Substitute for Natural Leather. Dostopno na: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1155/2023/1629174. (pridobljeno 4. 4. 2025)

18. Knific, B. (2015). Usnje vseh barv. Tržič: Tržiški muzej.

19. Leather Naturally (b.d.). The Characteristics and Properties of Leather. Dostopno na: https://www.leathernaturally.org/resources/fact-sheets/why-use-leather-the-characteristics-and-properties-of-leather/. (pridobljeno 11. 1. 2025)

20. Malai (2021). Malai Material. Dostopno na: https://malai.eco/blogs/malai-material. (pridobljeno 11. 1. 2025)

21. Oxfordova ilustrirana enciklopedija izumov in tehnologij (1997). Usnje. Ljubljana: DZS

22. Peta (b.d.). Environmental Hazards of Leather. Dostopno na: https://www.peta.org/issues/animals-used-for-clothing/leather-industry/leather-environmental-hazards/. (pridobljeno 15. 1. 2025)

23. Udawattage, W. (2024). Animal, Vegan and Plant-Based Leather: What Is Truly More Climate-Friendly? Dostopno na: https://www.sustamize.com/blog/animal-vegan-and-plant-based-leather-what-is-truly-more-climate-friendly. (pridobljeno 5. 4. 2025)

24. United Nations Industrial Development Organization (2017). Leather Carbon Footprint. Dostopno na: https://leatherpanel.org/sites/default/files/publications-attachments/leather_carbon_footprint_p.pdf. (pridobljeno 5. 4. 2025)