



# **MIKROPLASTIKA V NAŠIH OBLAČILIH**

## **Okoljevarstvo**

Avtorice raziskovalne naloge: Neja Filipič, Julija Kaiser, Mia Kotnik

Mentorica raziskovalne naloge: Urška Brunšek

Somentorica raziskovalne naloge: doc. dr. Anja Bubik

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2025

## Kazalo vsebine

1. UVOD .....	7
1.1 Namen in cilji .....	8
1.2 Hipoteze .....	9
1.3 Metode dela .....	9
2. TEORETIČNA IZHODIŠČA .....	10
2.1 Plastika .....	10
2.1.1 Vrste plastike .....	11
2.2 Mikroplastika .....	12
2.2.1 Izvor in viri mikroplastike .....	15
2.3 Tekstilna / modna industrija .....	17
2.3.1 Naravna in sintetična tekstilna vlakna .....	17
2.3.2 Hitra moda .....	18
2.4 Zeleno zavajanje .....	18
3. EKSPERIMENTALNI DEL .....	20
3.1 Okoljski vplivi tekstilne industrije in problematika mikroplastike v oblačilih .....	20
3.2 Poletna šola »Mikroplastika iz naših oblačil« .....	24
3.3 Javnomnenjska raziskava o mikroplastiki in z njo povezano problematiko .....	29
3.3.1 Rezultati raziskave .....	29
4. SKLEPI .....	32
5. ZAKLJUČEK .....	34
6. VIRI IN LITERARURA .....	36
7. PRILOGA .....	37

## Kazalo shem

Shema 1: Nastanek mikroplastike (vir: MicPlaPROB, 2022) .....	13
Shema 2: Izvor primarne mikroplastike (vir: MicPlaPROB, 2022).....	13
Shema 3: Izvor sekundarne mikroplastike (vir: MicPlaPROB, 2022) .....	14

## Kazalo slik

Slika 1: Viri mikroplastike (Vir: Iberdrola; IUCN, 2017, 2019) .....	15
Slika 2: Eurythenes plasticus (Vir: oceanographicmagazine, 2020) .....	16
Slika 3: Tekstilna industrija je vsaj posredno odgovorna za izginjanje Aralskega jezera (Vir: Nasa, 2022; Google zemljevidi, 2025) .....	21
Slika 4: Vpliv tekstilnih izdelkov na okolje (Vir: EU commission po EPRS in EEA, 2022). 23	
Slika 5: Izbor materialov za pripravo modelne razstavne letve ter slepo tipanje ter prepoznavanje različnih materialov (foto: arhiv FVO) .....	25
Slika 6: Določitev izvora, teže in sestave izbranih oblačil (foto: arhiv FVO).....	26
Slika 7: Postopek izdelave sintetičnega tekstilnega materiala v laboratoriju (foto: arhiv FVO) .....	27
Slika 8: Gora tekstila – skrito breme naših modnih odpadkov. (Film je dostopen na <a href="https://www.youtube.com/watch?v=j7IO6vWX6H4">https://www.youtube.com/watch?v=j7IO6vWX6H4</a> ).....	27
Slika 9: Življenjska pot oblačil (vir: arhiv FVO) .....	28

## Kazalo grafov

Graf 1: Števek toplogrednih plinov pri izdelavi in uporabi obleke (Vir: Bussines for Social Responsibility).....	22
Graf 2: Poznavanje pojma mikroplastika s strani anketirancev.....	29
Graf 3: Prepoznavanje virov mikroplastike s strani anketirancev.....	30
Graf 4: Vzroki, zaradi katerih anketiranci mikroplastiko prepoznajo kot problem.....	31

## Kazalo tabel

Tabela 1: Prikaz (primer) načina vpisa podatkov in določitev deleža sintetičnih vlaken v oblačilih (vir: lastne meritve).....	26
---	----

## ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujemo naši mentorici Urški Brunšek za vso strokovno pomoč, podporo in usmerjanje pri pripravi raziskovalne naloge. Njeno znanje in spodbuda sta bila ključna pri našem delu. Zahvaljujemo se tudi Janu Potočniku, koordinatorju raziskovalne dejavnosti na šoli, za organizacijsko podporo in pomoč pri izvedbi raziskave.

Posebna zahvala gre mentorjem Poletne šole Majhni koraki za velike spremembe v okolju – Mikropalstika iz naših oblačil (doc. dr. Anji Bubik, Katrin Školnik Škrabe in Aljoši Krajncu) ter Fakulteti za varstvo okolja, ki so nam omogočili dragocene praktične izkušnje in poglobili naše razumevanje problematike mikroplastike. S svojo strokovnostjo in predanostjo so nam pomagali razviti raziskovalne veščine ter razširiti obzorja na področju okoljevarstva.

Hvala tudi vsem, ki so sodelovali v naši anketi ter tako prispevali k celovitosti raziskave. Vaša podpora in sodelovanje so nam omogočili uspešno izvedbo naloge.

# POVZETEK

Raziskovalna naloga obravnava problematiko mikroplastike v tekstilni industriji in njenih vplivov na okolje ter zdravje ljudi. V sodobni, hitri modi prevladujejo sintetični materiali, kot so poliester, najlon in akril, ki med pranjem sproščajo vlakna delce mikroplastike v okolje. Mikroplastika je danes prisotna povsod – v vodi, hrani in celo človeškem telesu. Raziskovalna naloga vključuje eksperimentalni del, kjer smo analizirali sestavo oblačil, izvedli anketo o poznavanju mikroplastike in raziskali vpliv mikroplastike na vodne ekosisteme. Rezultati kažejo, da je tekstilna industrija eden ključnih virov onesnaževanja z mikroplastiko in da so potrebne trajnostne rešitve. Ozaveščanje javnosti, recikliranje tekstilnih odpadkov ter uporaba naravnih vlaken so ključni koraki za zmanjšanje vpliva mikroplastike na okolje.

## **Ključne besede:**

Mikroplastika, tekstilna industrija, sintetična vlakna, onesnaževanje, hitra moda, trajnostna moda, recikliranje, okoljski vplivi.

## **ABSTRACT**

This research paper addresses the issue of microplastics in the textile industry and their impact on the environment and human health. Modern fast fashion is dominated by synthetic materials such as polyester, nylon and acrylic, which release microplastic particles – fibers into the environment during washing. Microplastics are now everywhere - in water, food and even the human body. The research includes an experimental part where we analysed the composition of clothing, conducted a survey on knowledge of microplastics and investigated the impact of microplastics on aquatic ecosystems. The results show that the textile industry is a major source of microplastic pollution and that sustainable solutions are needed. Raising public awareness, recycling textile waste and using natural fibres are key steps to reduce the environmental impact of microplastics.

### **Keywords:**

Microplastics, textile industry, synthetic fibers, pollution, fast fashion, sustainable fashion, textile recycling, environmental impacts.

# 1. UVOD

V sodobnem svetu se večina oblačil izdeluje iz sintetičnih materialov, kot so poliester, najlon in akril. Med pranjem teh tkanin se v vodo sproščajo drobni delci mikroplastike v obliki vlaken, ki nato končajo v rekah, jezerih in oceanih. Ti delci lahko vplivajo na okolje in zdravje ljudi. Raziskovalna naloga tako naslavlja zelo aktualen okoljevarstveni problem, s katerim se sooča ves svet. A se o tej problematiki – kljub vse več znanstvenim raziskavam in opozorilom znanstvenikov – še vedno veliko premalo govori. Mikroplastika so namreč majhni delčki plastike, manjši od petih milimetrov, ki se v okolju pojavljajo kot posledica plastičnega onesnaževanja. Ker jih s prostim očesom težko opazimo in prepoznamo, jih pogosto spregledamo. A zaradi tega niso za okolje in ljudi nič manj nevarni.

Izum plastike na osnovi sintetičnih polimerov v začetku 20. stoletja nam je za vedno spremenil življenje in danes si življenja brez plastike skoraj ne znamo več predstavljati. Plastika je poceni, lahek, močen in upogljiv material - kar ima za posledico praktično neomejeno število možnih aplikacij. Plastična revolucija pa je s seboj prinesla tudi temno plat. Danes proizvedemo več kot 460 milijonov ton plastike letno in polovico le-te uporabljamo v izdelkih za enkratno uporabo. S tem, ko naraščata znanje in zavedanje o preudarni uporabi plastike, postaja vedno bolj aktualno tudi področje mikroplastike. Mikroplastika so majhni plastični delci velikosti do 5 milimetrov. Nastane lahko pri razgradnji večjih plastičnih produktov in jo imenujemo sekundarna mikroplastika. Lahko pa jo v takšni velikosti tudi namerno proizvajamo - kot surovino za nadaljnjo proizvodnjo plastičnih izdelkov, ali kot dodatek za izboljšanje lastnosti končnega izdelka. Slednjo imenujemo primarna mikroplastika (*Bubik, 2023*).

Mikroplastika je tako danes domala že povsod okoli nas in tudi del nas. Našli so jo že v placenti, človeških možganih, toči in v organizmih več kilometrov pod morsko gladino.

Med največjimi onesnaževalci okolja z mikroplastiko je danes tekstilna industrija. Po podatkih številnih domačih in tujih raziskav je razvidno, da največ, več kot tretjino, primarne mikroplastike v svetovnih morjih izvira prav iz sintetičnih tekstilnih vlaken (*De Falco, 2019*).

V okviru tekstilne industrije je poleg problematike mikroplastike mogoče izpostavljati tudi druge okoljske vidike, kot so prekomerna uporaba kemikalij, vode, energije, fosilnih goriv, pesticidov in insekticidov (*Bubik, 2023*). Proizvodnja tekstilnih izdelkov danes presega naše potrebe, zato vedno večji izziv družbi predstavljajo tudi tekstilni odpadki – med proizvodnjo, ob in po uporabi.

Zavoljo zavedanja številnih težav, ki jih v okolju pušča mikroplastika, je nastala ideja o raziskovalni nalogi, ki bi nam v prvi vrsti omogočila boljši, podrobnejši vpogled v tematiko mikroplastike in mikroplastike iz oblačil ali sintetičnih tekstilnih materialov in hkrati še več ljudi, predvsem mladih spodbudila k razmisleku o tej okoljsko pereči problematiki. Z nalogo želimo osvetliti problematiko in hkrati mladim približati možnosti trajnostnih odločitev ter jih spodbuditi k iskanju modrih in zelenih rešitev.

Ste se kdaj vprašali kaj vse je okoli nas, kaj vsako jutro oblečemo in koliko onesnažil vsak dan nevede »odvržemo« v okolje?

## 1.1 Namen in cilji

Osnovni namen naloge je natančno raziskati in preučiti temo, izvedeti, kako na problematiko mikroplastike v oblačilih gledajo različne starostne skupine ljudi, temo predstaviti in približati mladim z namenom vzbujanja zanimanja za okoljsko problematiko ter poiskati čim boljše inovativne rešitve in ideje, kako bi se lahko v bližnji prihodnosti lotili reševanja težav, ki jih predstavlja mikroplastika.

V raziskovalni nalogi smo si postavili naslednje cilje, iz katerih smo v nadaljevanju oblikovali hipoteze:

- natančno raziskati področje mikroplastike;
- ugotoviti, kolikšen je delež sintetičnih vlaken je v naših oblačilih;
- ugotoviti, od kod oblačila izvirajo;
- ugotoviti kako proizvodnja tekstila in hitra moda vpliva na pojavnost mikroplastike v okolju;
- ugotoviti, kako mikroplastika, ki se nahaja v sintetičnih vlaknih, vpliva na okolje in zdravje ljudi;

- najti čim učinkovitejše ideje za spopadanjem s problematiko mikroplastike, ki zaide v okolje iz naših oblačil.

## 1.2 Hipoteze

V raziskovalni nalogi smo si postavili naslednje hipoteze, ki se nanašajo na empirični del raziskovanja in smo jih tekom nastajanja naloge potrdili oz. ovrgli:

**H1:** Kljub vedno večji prisotnosti mikroplastike v okolju je raven poznavanja in raziskovanja mikroplastike med splošno javnostjo in v znanstveni skupnosti še vedno razmeroma nizka.

**H2:** Prisotnost mikroplastike v sintetičnih oblačilih pomembno vpliva na postopke njihove proizvodnje, saj mikroplastična vlakna zahtevajo drugačne tehnološke pristope kot naravni materiali.

**H3:** Mikroplastika, ki se sprošča iz oblačil, pomembno prispeva k onesnaževanju okolja, zlasti vodnih ekosistemov, kjer povzroča dolgotrajne negativne vplive.

**H4:** Dolgotrajna izpostavljenost mikroplastiki iz oblačil lahko negativno vpliva na zdravje človeka, predvsem zaradi možnosti kopičenja delcev v telesu in potencialnih toksikoloških učinkov.

## 1.3 Metode dela

Pri pripravi raziskovalne naloge smo izvedli študijo literature; preučevana je bila tako znanstvena literatura, kot so znanstveni članki in poročila, kot tudi poljudnoznanstveni članki, slovenskih in tujih avtorjev. Pomemben del je predstavljalo tudi raziskovalno delo, ki smo ga izvedli v okviru tridnevne poletne šole Fakultete za varstvo okolja, z naslovom »*Mikroplastika v naših oblačilih*«. Ob tem smo opravili tudi anketo o poznavanju mikroplastike in zavedanja o problematiki prekomernega obremenjevanja okolja s tem novodobnim onesnažilom.

## 2. TEORETIČNA IZHODIŠČA

### 2.1 Plastika

Plastika ali plastična masa (iz grške besede plastikós = oblikovati, ulivati) je skupno ime za vrsto sintetičnih in polysintetičnih materialov, ki jih pridobivamo s polimerizacijo organskih ogljikovih spojin (*Wikipedija 1*).

Prvi je plastiko povsem umetnega izvora, v celoti izdelano iz molekul, ki jih ne najdemo v naravi, iznašel belgijski kemik Leo Baekeland, leta 1907 (*MNZC, 2023*). Plastičen predmet je sestavljen iz množice dolgih ogljikovih verig, ki so sestavljene iz ponavljajočih se kratkih enot. Za večino teh materialov je značilno, da se ob delovanju sile upognejo, ne da bi se zlomili – plastičnost, po čemer so dobili tudi ime. V uporabi je široka paleta plastik, ki jim ustrezna surovina, proizvodni proces in dodatki dajejo različno trdoto, elastičnost, lomljivost, termo in kemično stabilnost (*Wikipedija 1*). Vse te lastnosti delajo plastiko tako uporabno – je poceni, lahek, močen in upogljiv material – zato si brez nje praktično ne znamo več predstavljati vsakdana.

Zaradi plastičnosti, trpežnosti in inertnosti, predvsem pa nizke cene proizvodnje, se uporablja za izdelavo številnih izdelkov za vsakdanjo rabo. A ima plastika, glede na svojo sestavo poleg prednosti tudi številne slabosti. Te so povezane predvsem z recikliranjem. Letno proizvedemo več kot 300 milijonov ton plastike in polovico le-te uporabljamo v izdelkih za enkratno uporabo. Že ena sama plastična vrečka, ki jo bomo v trgovini potrebovali le nekaj minut, se razgrajuje stoletja. Ker plastičnih odpadkov večinoma ne recikliramo pravilno, ti največkrat končajo nekje v naravi, zelo pogosto v morju, kjer ogrožajo življenje tamkajšnjih organizmov ter otežujejo naravne procese, ki potekajo v posameznih ekosistemih.

### 2.1.1 Vrste plastike

Poznamo več vrst plastik, ločujemo jih glede na vire iz katerih so narejene. Pri obravnavi različnih vrst plastičnih materialov pogosto govorimo o plastiki iz fosilnih virov in o plastiki iz bioloških virov.

Plastika iz **fosilnih virov** je narejena iz neobnovljivih virov, kot so surova nafta, petrolej ali zemeljski plin. Ker ta podvrsta plastike pogosto »konča v naravi« (sicer je to značilno za večino plastike), hkrati pa je njen čas razgrajevanja primerjalno z ostalimi podvrstami najdaljši, predstavlja posledično velik problem za okolje.

Plastika iz **bioloških virov** je v celoti ali deloma proizvedena iz obnovljivih bioloških virov, kot so sladkorni trst, celuloza ali škrob. Z ozirom na to, da gre za izkoriščanje izključno obnovljivih virov, lahko govorimo o nekoliko lažji in do določene mere bolj trajnostni proizvodnji, ki pa, ne glede na navedeno, ne zmanjšuje onesnaževanja.

**Biološko razgradljiva plastika** je edina podvrsta plastike, ki je pod posebnimi pogoji lahko razgradljiva, vendar ne pod vsakdanjimi pogoji, saj jo moramo pred razgradnjo če je to možno kompostirati v posebnih industrijskih obratih, ki so temu namenjeni. (*Wikipedija 2*).

Ko govorimo o lastnostnih plastike, ločimo dve glavni skupini plastike, to so termoplasti in termoseti. Termoplaste lahko ponovno preoblikujemo, jih povrnemo v tekoče ali mehko oziroma trdno stanje s spreminjanjem temperature. Termosetov pa ne moremo zmehčati ali stopiti potem, ko jih enkrat strdimo.

V vsakdanjem življenju največkrat srečamo naslednje tipe plastike:

- **Polipropilen (PP):** embalaža, ohišja električnih naprav, avtomobilski odbijači.
- **Polistiren (PS):** pena za pakiranje, embalaža, pribor za enkratno uporabo, škatle za CD plošče in kasete.
- **Polietilen (PE):** mnogo cenениh izdelkov za vsakdanjo rabo, npr. plastične vrečke, kozarčki, itd.
- **Polietilentereftalat (PET):** platenke za gazirane pijače, plastične posode za mikrovalovke.
- **Poliester (PES):** tekstilna vlakna.

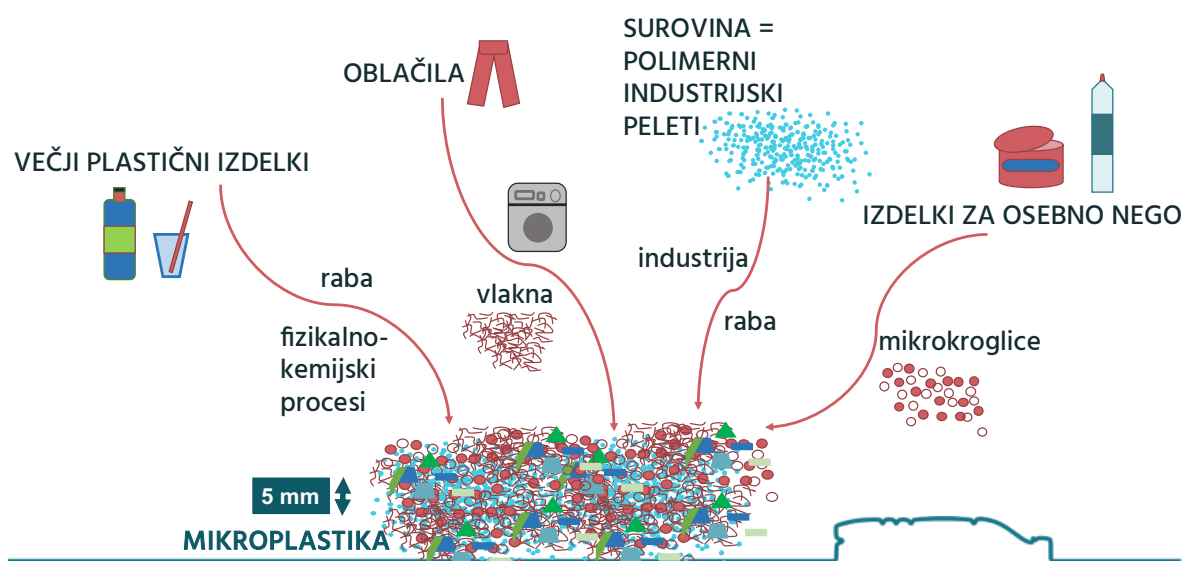
- **Poliamid (PA)** (najlon): vlakna, ščetine zobnih ščetk, ribiške vrvice.
- **Polivinilklorid (PVC)**: cevi, okenski okvirji, talne obloge.
- **Poliuretan (PU)**: pena za pakiranje, toplotna izolacija, površinske prevleke.
- **Polikarbonat (PC)**: kompaktne plošče, očala, zaščitna stekla, semaforji.
- **Polioksimetilen (POM)**: avtomobilski deli
- **Polibutilentereftalat (PBT)**

Proizvodnja plastike skokovito narašča. Leta 1950 smo v svetu proizvedli okrog 2,3 milijona ton plastike, leta 2000 približno 250 milijonov ton, leta 2023 že okrog 460 milijonov ton in pri tem porabili približno osem odstotkov zalog nafte. Največ, kar 40 odstotkov plastike, smo porabili za izdelavo embalaže, 20 odstotkov v gradbeništvu, deset v avtomobilski industriji, približno šest odstotkov v industriji elektronskih in električnih naprav, tri odstotke v kmetijstvu, preostalih 20 odstotkov pa v drugih panogah (tekstilna industrija, proizvodnja kozmetičnih izdelkov, lakov, lepil ...). Strokovnjaki ocenjujejo, da bi ob ohranitvi dosedanje rasti proizvodnje plastike do leta 2050 zanjo porabili kar 20 odstotkov razpoložljivih zalog nafte (*Peterman, 2019*).

## 2.2 Mikroplastika

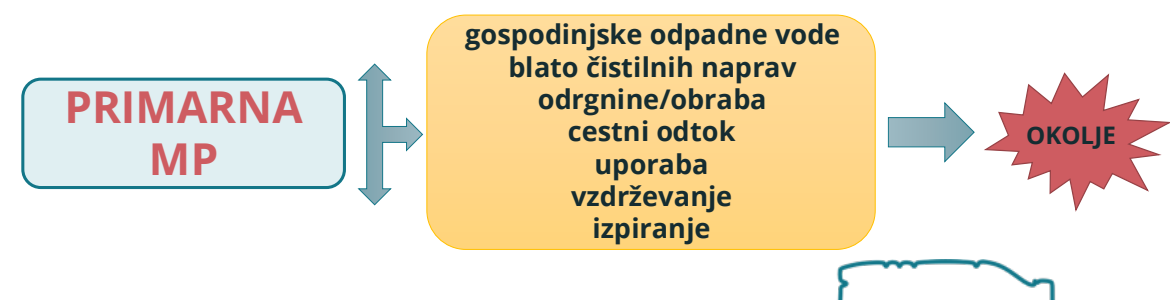
Mikroplastika so delci veliki od 300 mikrometrov do 5 mm. V naravne ekosisteme vstopajo iz različnih virov, vključno s kozmetiko, z oblačili in industrijskimi procesi. Mikroplastika se glede na izvor razdeli v dve glavni skupini. Primarna mikroplastika je plastika, ki je bila primarno izdelana v velikosti manj kot 5 mm. Sekundarna mikroplastika pa je tista, ki je nastala z razpadom večjega kosa plastike (*Bubik, 2023*).

Shema 1: Nastanek mikroplastike (vir: MicPlaPROB, 2022)



Primarna mikroplastika so delci, ki pridejo v okolje neposredno; to so granule v kozmetičnih izdelkih in delci, ki nastanejo ob abraziji večjih predmetov, kot so pnevmatike med vožnjo in sintetični tekstil med pranjem (IUCN, 2017). Na leto se proizvede 1,5 milijona ton primarne mikroplastike, od tega jo 77 % proizvede gospodinjstvo, 23 % pa industrija (IUCN, 2019).

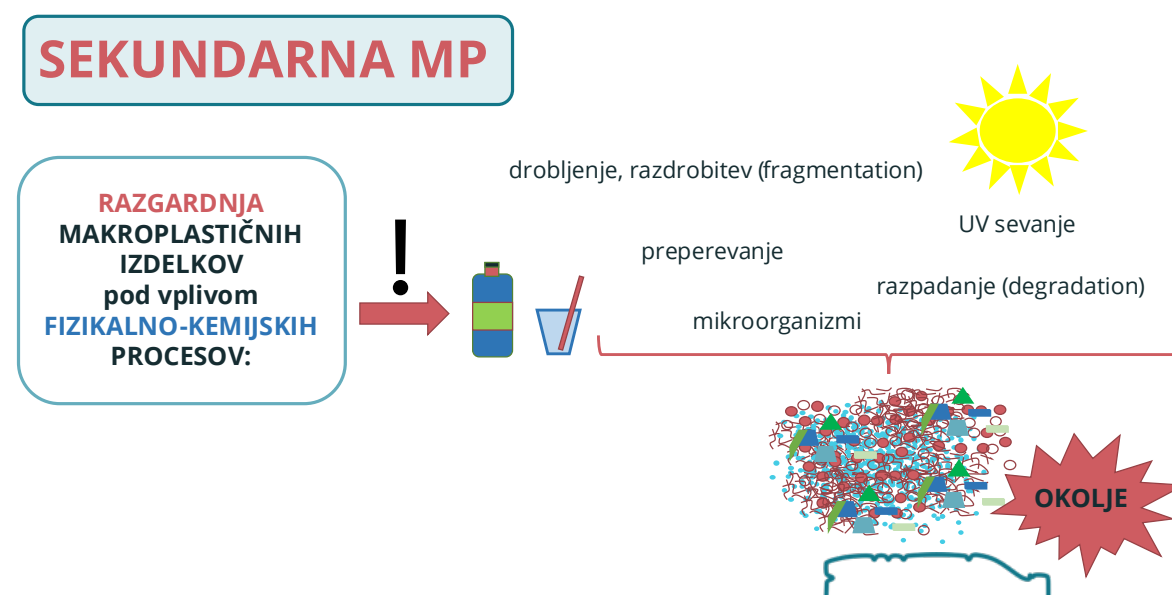
Shema 2: Izvor primarne mikroplastike (vir: MicPlaPROB, 2022)



Sekundarna mikroplastika nastane pod vplivom UV svetlobe in drugih fizikalnih, kemičnih ter mehanskih dejavnikov. Pod sekundarno mikroplastiko tako uvrščamo manjše delce plastike, ki so posledica razpada in drobljenja večjih plastičnih predmetov, med biološkimi, fizikalnimi in kemijskimi namernimi in nenamernimi procesi. Ta se lahko tvori med uporabo različnih izdelkov, npr. mikrovlakna, ki odpadejo od oblačil med uporabo ali pranjem, delci, ki nastajajo zaradi obrabe avtomobilskih pnevmatik, lahko pa je tudi stranski produkt pri proizvodnji ali

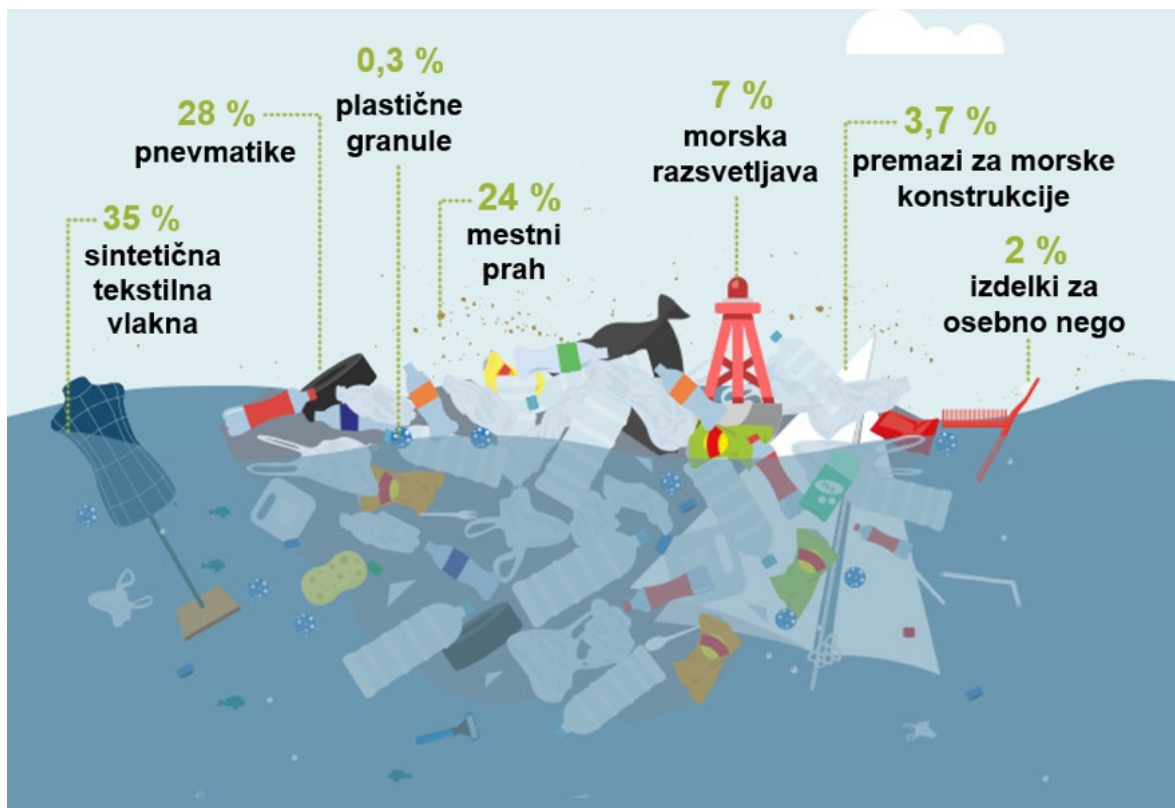
predelavi plastičnih izdelkov. Sekundarna mikroplastika tako izvira iz odvrženih plastičnih odpadkov, ki v največji meri pristanejo v morjih bodisi s kopnega (izdelki in odpadki iz proizvodnje plastike, plastične vreče, embalaža itd.) bodisi iz morskega okolja (ribiška oprema, odpadki z ladij itd.). Predstavlja od 69 % do 81 % vse mikroplastike v oceanih. 30 % te plastike plava na morski gladini, večina je na dnu ali pa lebdi v vodi (IUCN, 2019).

Shema 3: Izvor sekundarne mikroplastike (vir: MicPlaPROB, 2022)



## 2.2.1 Izvor in viri mikroplastike

Slika 1: Viri mikroplastike (Vir: Iberdrola; IUCN, 2017, 2019)



Splošno je identificiranih 7 ključnih virov primarne mikroplastike. To so:

- avtomobilske pnevmatike,
- sintetični tekstil,
- premazi,
- cestne oznake,
- kozmetični produkti in
- mestni prah.

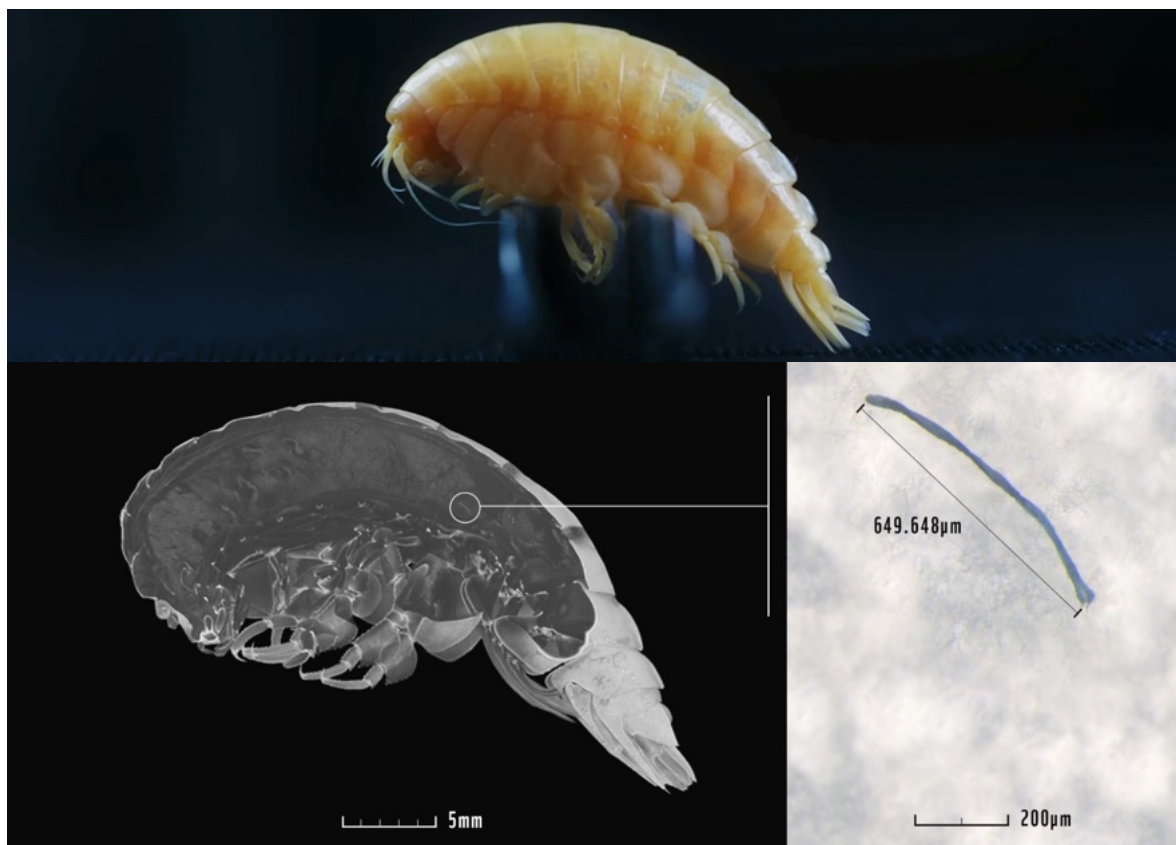
Poleg tega veliko mikroplastike pride tudi iz čistilnih naprav, proizvodnje, ribištva in uporabe plastičnih izdelkov, predvsem plastenk (sekundarna mikroplastika).

Znano je, da ne glede na izvor, mikroplastika v vodnih in morskih ekosistemih ostane zelo dolgo. Poleg tega se plastika počasi razgradi, pogosto traja več sto, tudi tisoč let. To povečuje verjetnost, da mikroplastika preide v telesa in tkiva številnih organizmov.

Številne študije so pokazale, da je plastika in zlasti mikroplastika prisotna v vseh delih okolja, vključno z usedlinami in zemljo, v zraku, na tleh, v morski in sladki vodi ter v kopenskih sistemih (IUCN, 2019).

To dokazuje tudi odkritje znanstvenikov z univerze Newcastle, ki so leta 2020 več kot šest kilometrov pod morskno gladino v Tihem oceanu – v Marianskem jarku, najglobljem jarku na svetu – odkrili prisotnost plastike v doslej neznan vrsti globokomorskih postranic (red rakov z znanstvenim imenom Amhipoda). Raziskovalci so vrsto uradno poimenovali *Eurythenes plasticus*, kar se nanaša na plastiko, ki jo je zaužila. Ob tem so raziskovalci opozorili, da smo prišli do točke, ko obravnavamo novo vrsto iz neraziskanega habitata, ki je že onesnažena s plastiko (Weston, 2020).

Slika 2: *Eurythenes plasticus* (Vir: oceanographicmagazine, 2020)



## 2.3 Tekstilna / modna industrija

Modna industrija je drugi največji industrijski onesnaževalec za letalstvom, saj prispeva do 10 % svetovnega onesnaževanja. Kljub temu, da se o vplivih na okolje veliko govori, industrija še naprej raste, deloma zaradi vzpona hitre mode, ki temelji na poceni proizvodnji in kratkotrajni uporabi oblačil. Vplivi modne industrije vključujejo več kot 92 milijonov ton odpadkov, ki nastanejo na leto in 1,5 bilijona litrov porabljene vode (*Niinimäki, 2020*). Poleg tega so obsežni tudi drugi negativni vplivi na okolje. Po nekaterih podatkih modna industrija proizvede do 10 % svetovnih emisij CO<sub>2</sub> (več kot 1,7 milijarde ton letno), je druga največja porabnica vode (1,5 bilijona litrov na leto) in je odgovorna za do 20 % onesnaževanja industrijske vode zaradi obdelave tekstila in barvanja. Poleg velikih količin tekstilnih odpadkov prispeva 35 % (190.000 ton na leto) k onesnaževanju okolja zaradi primarnega onesnaženja oceanov z mikroplastiko in proizvede ogromne količine tekstilnih odpadkov (več kot 92 milijonov ton na leto), ki povzročajo onesnaževanje okolja (*Niinimäki, 2020*).

### 2.3.1 Naravna in sintetična tekstilna vlakna

Vlakna so osnovni del, iz katerega so narejene nitke in blago. Poznamo naravna in umetna ali sintetična vlakna. Naravna vlakna so lahko rastlinskega in živalskega izvora. Med rastlinskimi vlakni sta najbolj znana bombaž in lan, med živalskimi pa volna in svila.

Sintetična vlakna so vlakna, ki jih človek ustvari s kemično sintezo. So rezultat obsežnih raziskav za izboljšanje naravnih živalskih in rastlinskih vlaken. Ta vlakna so nerazgradljiva. Ustvarjena so s postopkom, znanim kot polimerizacija, ki osnovne gradnike plastike poveže v dolge verige, ki jih imenujemo polimeri. Lahko jih razvrstimo v dve kategoriji: vlakna iz celuloze rastlin in vlakna iz nafte. Umetna vlakna, ustvarjena na rastlinski osnovi, pogosto imenujejo tudi »polsintetična« vlakna. Vlakna, ustvarjena na umetni osnovi iz nafte, ki jih včasih imenujemo vlakna na osnovi plastike, so vlakna, kot sta poliester in najlon. Sintetične tkanine so priljubljene v modni industriji, ker so široko dostopne, trpežne, visoke odpornosti, lahke in seveda poceni (*De Falco, 2019*).

Prvo kemično vlakno so razvili že leta 1884, predelano je iz lesa in se imenuje viskoza. Leta 1938 je nastalo prvo vlakno, ki ni izdelano iz naravnih snovi, to je bilo poliamidno vlakno, imenovano tudi najlon. Uporabili so ga za izdelavo tankih ženskih nogavic.

### 2.3.2 Hitra moda

Hitra moda pomeni hitro in poceni (po nizki ceni za potrošnike, a okoljski in družbeni stroški niso vračunani v to ceno). Problematična je zaradi tempa *proizvodnja–nošnja–odpadek*, ki ga spodbuja. Ocenjeno je, da se več kot polovica izdelkov hitre mode zavrže v manj kot letu dni. Na leto kupimo vsaj 100 milijard kosov oblačil, zavržemo pa jih kar 92 milijonov ton. Tako imamo danes na svetu več oblačil, kot jih potrebujemo, da bi dostojno oblekli vse ljudi na svetu, zato je smiselno, da se njihova proizvodnja zmanjša, da postane bolj kakovostna in da se močno podaljša življenjska doba oblačilom, tudi s popravili, predelavo in izmenjavami (*Društvo Focus, 2023*).

Hitra moda je torej poslovni model, ki spodbuja hitro proizvodnjo neverjetno poceni oblačil, ki sledijo najnovejšim modnim trendom. Številni veliki trgovci hitre mode lahko v le nekaj tednih spravijo idejo oblikovalca na police trgovine. Hiter vzpon in uspeh tovrstnih blagovnih znamk pri prodajanju poceni, trendovskih oblačil množicam, je privedel do velikih sprememb v vedenju potrošnikov. Zaradi tega blagovne znamke zdaj proizvajajo skoraj dvakrat več kolekcij oblačil v primerjavi z obdobjem pred letom 2000, ko se pojavi hitra moda, splošno povečanje proizvodnje oblačil pa je ocenjeno na 2 % letno (*Cuc, Tripa, 2014*).

## 2.4 Zeleno zavajanje

Zeleno zavajanje (angleško *greenwashing*), je oblika oglaševanja ali tržne propagande, pri kateri se zeleno oglaševanje in zeleno trženje zavajajoče uporabljata za prepričevanje javnosti, da so izdelki, cilji in politika organizacije okolju prijazni. Podjetja, ki namerno izvajajo komunikacijske strategije zelenega zavajanja, to pogosto počnejo, da bi se distancirala od lastnih okoljskih napak ali napak svojih dobaviteljev. Primer zelenega zavajanja je, ko organizacija porabi znatno več

sredstev za oglaševanje svoje zelene podobe kot za dejanske okolju prijazne prakse. Zeleno zavajanje lahko obsega vse od spreminjanja imena ali oznake izdelka, da bi le-tega prikazali kot naravnega (na primer na izdelku, ki vsebuje škodljive kemikalije), do večmilijonskih kampanj za prikaz močno onesnažujočih energetskih podjetij kot okolju prijaznih. Zeleno zavajane prikriva načrte in politike podjetij, ki niso trajnostni (*Wikipedija 3*).

Prisotnost zelenega zavajanja se je v zadnjih letih povečala kot odgovor na povpraševanje potrošnikov po okolju prijaznem blagu in storitvah. Novi predpisi, zakoni in smernice organizacij so osnovana z namenom, da podjetja odvrnejo od uporabe zelenega zavajanja (*Wikipedija 3*).

Za boljšo zaščito pravic potrošnikov, spodbujanje okolju prijaznih odločitev in izgradnjo krožnega gospodarstva, ki temelji na reciklaži in ponovni uporabi materialov, želi evropski parlament posodobiti obstoječe predpise o poslovnih praksah in varstvu potrošnikov. Naravno, ekološko, okolju prijazno... Veliko izdelkov ima take označbe, vendar pogosto te trditve niso potrjene. Evropska unija (EU) želi, da so vse informacije o vplivu izdelka na okolje, življenjski dobi, možnosti popravila, sestavi, postopku izdelave in uporabi podprte s preverljivimi viri (*Komisija EU 1, 2024*). Za dosego teh ciljev bo EU prepovedala: splošne okoljske trditve na izdelkih brez dokazov; trditve, da ima izdelek nevtralen, zmanjšan ali pozitiven vpliv na okolje, ker proizvajalec izravnava izpuste; trajnostne označbe, ki ne temeljijo na potrjenih shemah certificiranja oziroma jih niso potrdili pristojni javni organi.

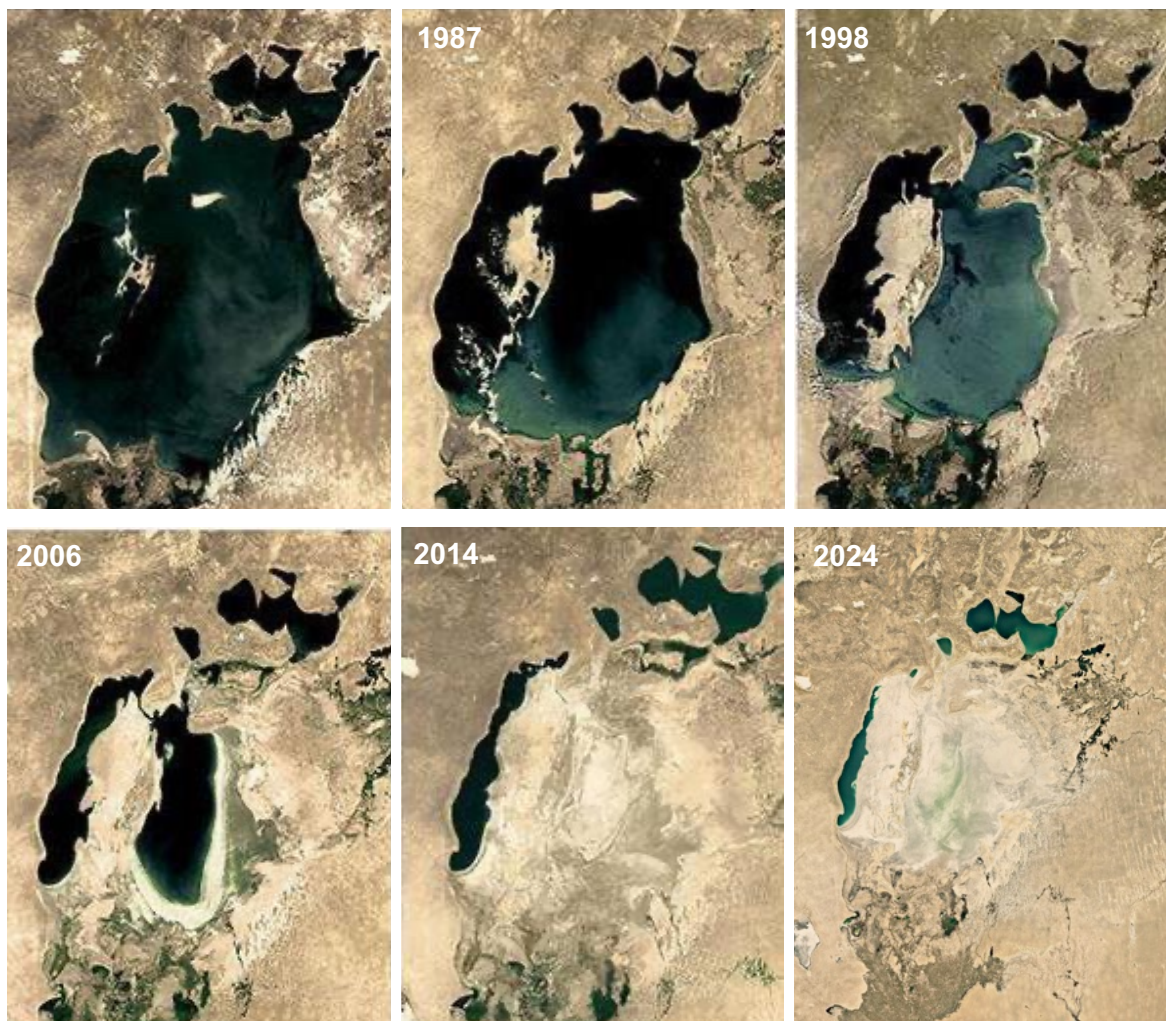
### 3. EKSPERIMENTALNI DEL

#### 3.1 Okoljski vplivi tekstilne industrije in problematika mikroplastike v oblačilih

Povprečen Evropejec vsako leto kupi 26 kilogramov oblačil, zavrže pa kar 11 kilogramov oblačil. Večina odpadnih oblačil, kar 87 %, gre v sežig. Strokovnjaki opozarjajo, da v Sloveniji letno zavržemo kar 17.000 ton tekstila, na ekološki način pa predelamo zgolj 15 % takšnega tekstila. Preostanek odpadnih oblačil konča v sežigalnici ali celo na odlagališčih. Po podatkih Zbornice komunalnega gospodarstva so izdelki iz tekstila, poleg odpadne elektronske opreme, eden najhitreje rastočih vrst odpadkov v Evropski uniji, trend naraščanja teh odpadkov pa se bo nadaljeval tudi v prihodnosti. Če bi podaljšali življenjsko dobo našim oblačilom za samo tri mesece, bi naš ogljični, vodni in odpadkovni odtis zmanjšali za 5–10 %. V Sloveniji v primerjavi z nakupom novih oblačil kupimo samo 0,62 % rabljenih oblačil, le 0,12 % pa si jih izposodimo ali izmenjamo (*Kralj, 2021*).

Nekoč smo za dobre tkanine plačevali več. Bombaž, lan, kašmir, volno in svilo smo cenili ter bili pripravljene za kakovost, ki je trajala, odšteti več denarja, saj smo vedeli, da bomo oblačilo nosili dalj časa. Danes pa prepogosto šteje le cena in hipno sledenje trenutnim modnim smernicam. Hitra moda je razlog za kopičenje zavrženih oblačil na odlagališčih, ki praviloma niso biološko razgradljiva (*Društvo Focus, 2023*). Znanstveniki napovedujejo, da se bo potrošnja oblačil do leta 2030 dvignila še za 63 odstotkov. Fundacija Ellen Macarthur je izračunala, da se vsako leto izgubi okoli 450 milijonov evrov zaradi premajhne ponovne uporabe in pomanjkljive reciklaže tekstila, medtem ko proizvodnja tekstila povzroči približno 1,2 milijona ton izpušnih plinov. Hitra moda izsušuje tudi svetovne vodne vire.

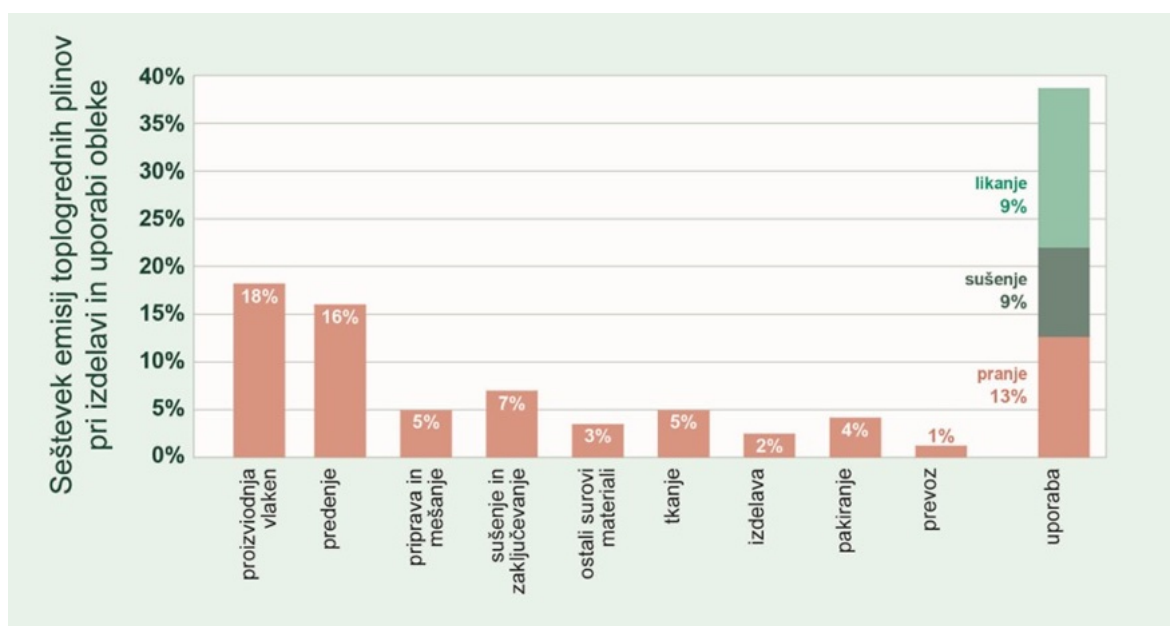
Slika 3: Tekstilna industrija je vsaj posredno odgovorna za izginjanje Aralskega jezera (Vir: Nasa, 2022; Google zemljevidi, 2025)



Po izračunih naj bi modna industrija vsako leto porabila 79 milijonov kubičnih metrov pitne vode. Intenzivna pridelava bombaža je delno odgovorna tudi za izsuševanje Aralskega jezera v Srednji Aziji, ki je bilo eno največjih jezer na svetu, danes pa je znano kot »aralska puščava« (Kralj, 2019).

Včasih so nekatere kose oblačil nosili tudi po več desetletij, jih predajali med generacijami, danes pa znaša povprečna življenjska doba oblačil zgolj tri leta, posamezen kos pa v povprečju oblečemo zgolj šestkrat. Če bi vsi prenehali obiskovati trgovine s hitro modo, bi bila industrija prisiljena, da se preoblikuje (Kralj, 2022).

Graf 1: Seštevek toplogrednih plinov pri izdelavi in uporabi obleke (Vir: Bussines for Social Responsibility)



Letno na svetu nastane 92 milijonov ton tekstilnih odpadkov, ki so svojevrstni problem predvsem zato, ker jih zelo malo recikliramo (ocenjeno le 1 %). Večina materiala je namreč iz različnih mešanic, zaradi česar jih je zelo težko ločiti in predelati. Največ se še vedno uporablja mehanska reciklaža, vse bolj pa raziskujejo tudi možnosti kemične reciklaže, a je ta proces zaenkrat šele v začetni fazi in zato relativno zahteven in drag. Tekstilni odpadki so poleg elektronskih najhitreje rastoča vrsta odpadkov, ki pa se jih kot družba lotevamo najpočasneje. Prvi korak v pravo smer je obvezno ločeno zbiranje, ki naj bi ga države članice EU vzpostavile do leta 2025 (Kralj, 2022).

Na okolje (negativno) vplivata tako izdelava naravnih kot sintetičnih tekstilnih vlaken. Za pridelavo kilograma bombaža potrebujemo 20.000 litrov vode, kar predstavlja težo ene majice in kavbojk. Ena majica »popije« 2.700 litrov vode samo v času svojega nastanka. Veliko pa je porabi (poleg energije) tudi za vzdrževanje. Pri pridelavi se uporabljajo zdravju škodljivi pesticidi in umetna gnojila. Ta vplivajo tudi na kakovost tal in vode v širši okolici, imajo pa tudi dokazano škodljive posledice na zdravje ljudi, tako delavcev na plantažah kot tudi okoliških prebivalcev. Kakovost tal upada in zaradi tega se plantaže selijo na nova območja, za sabo pa puščajo opustošenje (Kralj, 2021).

Slika 4: Vpliv tekstilnih izdelkov na okolje (Vir: EU commission po EPRS in EEA, 2022).



Pri barvanju s sintetičnimi barvili 10 – 15 % barvila ne ostane na tkanini, temveč preide v odpadne vode. Običajno se v deželah, kjer izdelujejo tekstil, te odpadne vode iztekajo naravnost v reke. Za barvanje ene bombažne majice potrebujemo od 16 do 20 litrov vode, kar pomeni, da tekstilna industrija na globalni ravni letno izloči v vode v povprečju 40.000 do 50.000 ton barvil. Te ne povzročajo samo pogina rib in drugih rečnih živali, zastrupitve pitne vode in obdelovalne zemlje in obarvanosti vode, ampak vpliva tudi na zmanjšano zmožnost absorpcije svetlobe in s tem možnosti rasti tistih alg, ki so potrebne za prehranjevanje organizmov v vodi (Kralj, 2021).

Tekstil iz umetnih vlaken je do določene mere okolju manj škodljiv kot naravna vlakna, med njimi denimo bombaž, svila ali volna. Izdelava npr. poliestrskega vlakna ima manjši vpliv na okolje, ker se pri izdelavi porabi manj vode, pri vzdrževanju in negi pa se porabi manj energije. Vlakna je možno narediti tudi iz reciklirane plastike. Vlakna, narejena iz recikliranega poliestra, postajajo vse pomembnejša in njihov delež se počasi, a zanesljivo povečuje (Kralj, 2021). Pri tem se moramo zavedati, da pri proizvodnji sintetičnih vlaken, npr. najlona, nastaja dušikov oksid, toplogredni plin, kar 300-krat močnejši od ogljikovega dioksida. Tako poliester kot najlon se uničujeta (luščita) med pranjem v pralnih strojih, kar vodi do kopičenja mikroplastike v naših vodnih sistemih. Poceni oblačila nizke kakovosti se uničujejo še veliko hitreje kot oblačila višje kakovosti, kar to težavo samo še poslabša (extraordinary.si). V

proizvodnji tekstila se namreč uporablja okoli 1.900 kemikalij, od tega jih je 165 nevarnih po standardih regulativ EU (Kralj, 2022).

### 3.2 Poletna šola »Mikroplastika iz naših oblačil«

Osrednji del eksperimentalnega dela raziskovalne naloge je vezan na udeležbo na tridnevni poletni šoli z naslovom Mikroplastika iz naših oblačil, ki jo je avgusta 2023 v okviru projekta STEAM, ki spodbuja zanimanje za področje znanosti, tehnologij, inženirstva, umetnosti in matematike, organizirala Fakulteta za varstvo okolja.

Prvi dan je bil namenjen predvsem spoznavanju tematik »Mikroplastike« in »Tekstilnih vlaken« preko zanimivih interaktivnih in iger in praktičnih prikazov. Z uporabo laboratorijskega inventarja, vodnih bolh in mikroskopiranja smo ugotavljali velikost mikroplastike in se spraševali, kje jo najdemo in ali jo okoli sebe sploh vidimo. Z igrami smo ugotavljali razlike med primarno in sekundarno mikroplastiko in poskušali ovrednotiti njihove izvore - odpadke in tekstilno industrijo.

Nato smo se osredotočili na tekstilno industrijo. Podatki namreč kažejo, da se srečujemo z ogromnim porastom sintetičnih tekstilnih vlaken, katerih proizvodnja celo presega hitrost rasti človeške populacije. Predebatirali smo trende današnje hitre mode in spoznali najbolj pogosto uporabljena naravna in sintetična tekstilna vlakna. Pretipali smo vse materiale, se pogovorili o njihovih prednostih in slabostih, izdelali modelno razstavno letev najpogostejših vlaken ter naš občutek za tekstilni material testirali s slepim tipanjem in prepoznavanjem vlaken.

Slika 5: Izbor materialov za pripravo modelne razstavne letve ter slepo tipanje ter prepoznavna različnih materialov (foto: arhiv FVO)



Osrednji del drugega dneva delavnice je bil namenjen preučevanju tekstilnih izdelkov, ugotavljanju prisotnosti plastičnih materialov v njih ter spoznavanju potencialnih okoljskih problemov, ki jih tekstilna industrija prinaša. Seznanili smo se neverjetnimi zgodbami in podatki, ki nas opozarjajo na pomembnost tega novodobnega okoljskega problema ter z igro *drži – ne drži* preizkušali naše razmišljanje in razumevanje razsežnosti te problematike.

V laboratoriju smo se najprej seznanili z varnim delom in si naredili zaščitno opremo ter se lotili iskanja odgovorov na dve okoljski vprašanji – *Koliko plastike nosimo?* in *Ali mikroplastika spremeni lastnosti vode?*

Za preučevanje smo zbrali različna oblačila, pri čemer nismo uporabili vrhnjih, ki pogosto vsebujejo veliko sintetičnih vlaken. Glede na državo izvora oblačil so prevladovale azijske (Kitajska, Bangladeš, Indija, Kambodža, Indonezija, Mjanmar), od koder je izhajalo dve tretjini oblačil medtem ko je med (ne)azijskimi največ oblačil prihajalo iz Italije ter Nemčije in Švedske. Zbrana oblačila smo stehali in tako določili njihovo maso. Iz deklaracije smo v tabelo popisali sestavo in deleže posameznih sestavin. S pomočjo izpisanih podatkov smo izračunali maso deleža in določili delež sintetičnih vlaken. Preučili smo dobrih 7 kg raznolikih oblačil in ugotovili, da v povprečju vsebujejo 30 % sintetičnih (plastičnih) tekstilnih vlaken.

Tabela 1: Prikaz (primer) načina vpisa podatkov in določitev deleža sintetičnih vlaken v oblačilih (vir: lastne meritve).

z.š.	TEŽA OBLAČILA	SESTAVA OBLAČILA		TEŽA SINTETIČNIH VLAKEN	IZVOR OBLAČILA
	oblačila (g)	vrsta sintetičnih vlaken	vsebnost sintetičnih vlaken (%)	sintetična vlakna (g)	proizvedeno v/na
1.	205	95 % bombaž 5 % elastan	5 %	10,2	Italija
2.	110	100 % poliester	100 %	110	Kitajska
3.	61	18 % elastan 82 % poliamid	100%	61	Kitajska
4.	93	100 % bombaž	0 %	0	Bangladeš
5.	112	65 % bombaž 35 % poliester	35 %	30,2	Italija
6.	258	100 % poliester	100 %	258	Indonezija
7.	39	95 % akril	100 %	37,05	Kitajska
8.	347	65 % bombaž 28 % poliester 7 % elastan	35 %	121,45	Turčija
9.	106	80 % najlon 20 % elastan	100 %	106	Hrvaška
10.	179	7 % bombaž 87 % poliester 5 % elastan	93 %	166,47	Kitajska

Slika 6: Določitev izvora, teže in sestave izbranih oblačil (foto: arhiv FVO)



V drugem izzivu smo z merjenjem kemijskih lastnosti ter opazovanjem pod mikroskopom ocenili kakovost vodovodne vode in vode iz reke Pake ter jima primešali različne mikroplastične delce. Simulirali smo mešanje mikroplastičnih delcev z vodnimi masami in ugotovili, da mikroplastika ne vpliva na fizikalno-kemijske lastnosti vode, ampak na vodna okolja vpliva predvsem s kopičenjem, tudi v živih organizmih in po prehranjevani verigi.

V okviru tretjega eksperimentalnega izziva nas je zanimalo, ali lahko sintetični tekstilni material v laboratoriju izdelamo tudi sami?

Slika 7: Postopek izdelave sintetičnega tekstilnega materiala v laboratoriju (foto: arhiv FVO)



Uspeli smo izvesti kemijsko sintezo najlona = poliamida, ki je pogosta plastična sestavina naših oblačil. To smo naredili tako, da smo zmešali dve kemijski spojini (*angl.* Sebacyl chloride + 1,6-Diaminohexane). Med njima je potekla kemijska reakcija ali polimerizacija.

Dotaknili smo se tudi problematike tekstilnih odpadkov. Spoznali smo eno najbolj onesnaženih rek na svetu, predvsem kot posledica številnih tekstilnih obratov in njenih izpustov ter tekstilno goro v Akri v Gani, kjer se zbirajo ogromni kupi odpadnega tekstila.

Slika 8: Gora tekstila – skrito breme naših modnih odpadkov. (Film je dostopen na <https://www.youtube.com/watch?v=j7IO6vWX6H4>)



V Gani je ena največjih tržnic rabljenih oblačil na svetu, ki tja prihajajo iz Evrope, Severne Amerike in Azije kot donirana, zavržena oblačila ali oblačila iz presežnih zalog modne industrije. Vsak teden prejmejo na tisoče bal rabljenih oblačil. Prvenstveno naj bi bila namenjena prebivalcem Akre, ki se s prodajo »second hand« oblačil preživljajo, a dandanes vedno več tekstila (približno 40 %) zaradi slabe kakovosti konča na nepreglednih kupih, ki jih sežigajo oz. se le-ta spirajo v morja.

Slika 9: Življenjska pot oblačil (vir: arhiv FVO)



Tekom raziskovanja smo se dotaknili in spoznali tudi nekaj okoljsko sprejemljivih možnosti in ekonomskih priložnosti odpadnega tekstila. Gre za recikliranje tekstila. Spoznali smo nekaj dobrih praks – tako večjih tekstilnih blagovnih znamk, ki ponujajo uporabnikom recikliranje oblačil pa tudi nadobudnih inovatorjev, ki iz odpadnega tekstila izdelujejo najrazličnejše produkte, kot so tekstilni izdelki nižje vrednosti, pohodni, stenski in okrasni gradniki. Pogovarjali smo se o rešitvah, ki bi jih lahko prav vsi uvedli v naš vsak dan in prispevali k izboljšanju globalne problematike tekstilne industrije in hitre mode ter tako z njo povezan fenomen mikroplastike iz sintetičnih vlaken omejili.

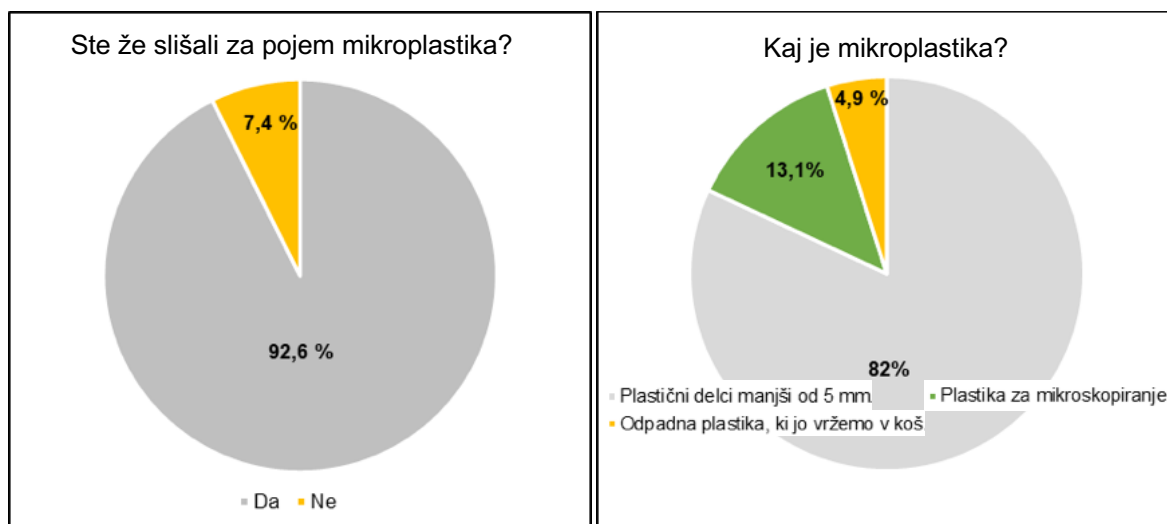
### 3.3 Javnomnenjska raziskava o mikroplastiki in z njo povezano problematiko

Z namenom pridobiti povratno informacijo o poznavanju mikroplastike, predvsem med mladimi, in z njo povezane problematike smo izvedli raziskavo, katere glavno sredstvo za zbiranje podatkov je bila anketa. Cilji raziskave, iz katerih izhajajo anketna vprašanja, so se nanašali na splošno (pre)poznovanje mikroplastike, pomembnejših virov njenega nastajanja ter na povezavo mikroplastike z okoljsko problematiko. Anketirali smo na »tradicionalen« način (v živo), analiza, ki smo jo pripravili s pomočjo programa Microsoft Excel, pa temelji na odgovorih 122 anketirancev.

#### 3.3.1 Rezultati raziskave

V anketi je torej sodelovalo 122 anketirancev, od tega 71 žensk in 51 moških. Med anketiranci so prevladovali mladi do 13 leta starosti (40,2 %), v starostno kategorijo 14–18 let je sodilo 31,1 % anketirancev, preostali so bili starejši od 18 let.

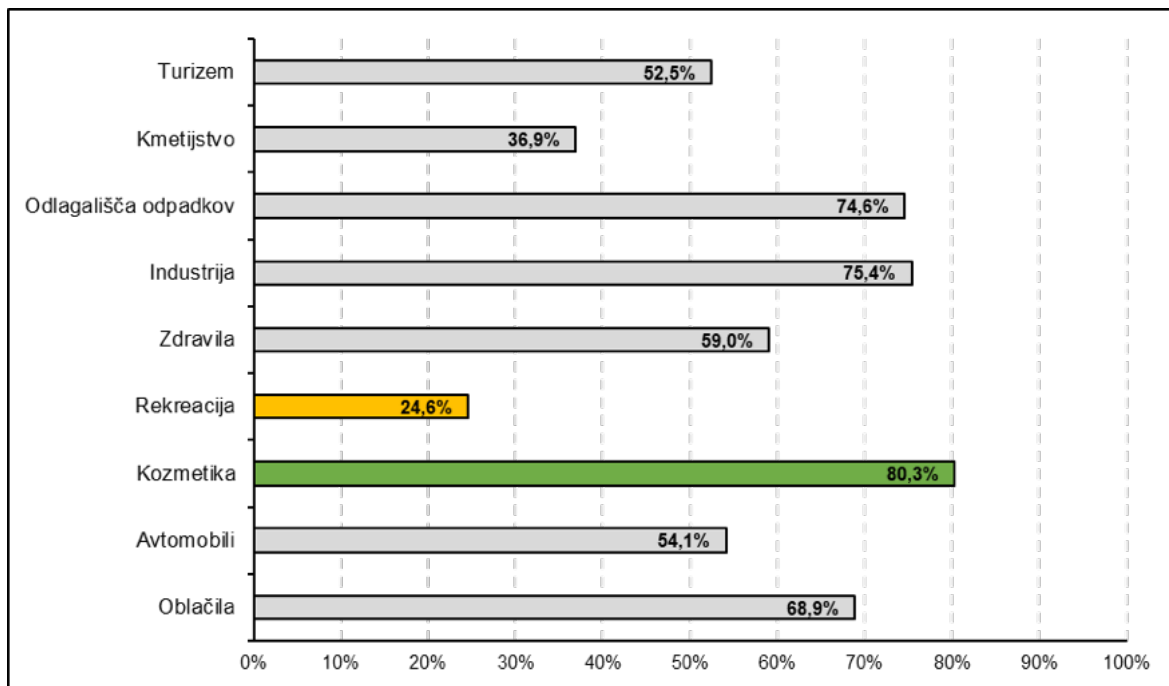
Graf 2: Poznavanje pojma mikroplastika s strani anketirancev.



Pri prvem vprašanju nas je zanimalo ali so anketiranci že slišali za pojem mikroplastika. Rezultati so pokazali, da jih »le« 9 (7,4 %) za mikroplastiko še ni slišalo.

Da je mikroplastika pojem, ki opredeljuje plastične delce manjše od 5 mm, je vedelo 82 % vprašanih, medtem ko jih je bilo 18 % mnenja, da gre bodisi za plastiko povezano z mikroskopiranjem oz. plastiko, ki jo vržemo v koš.

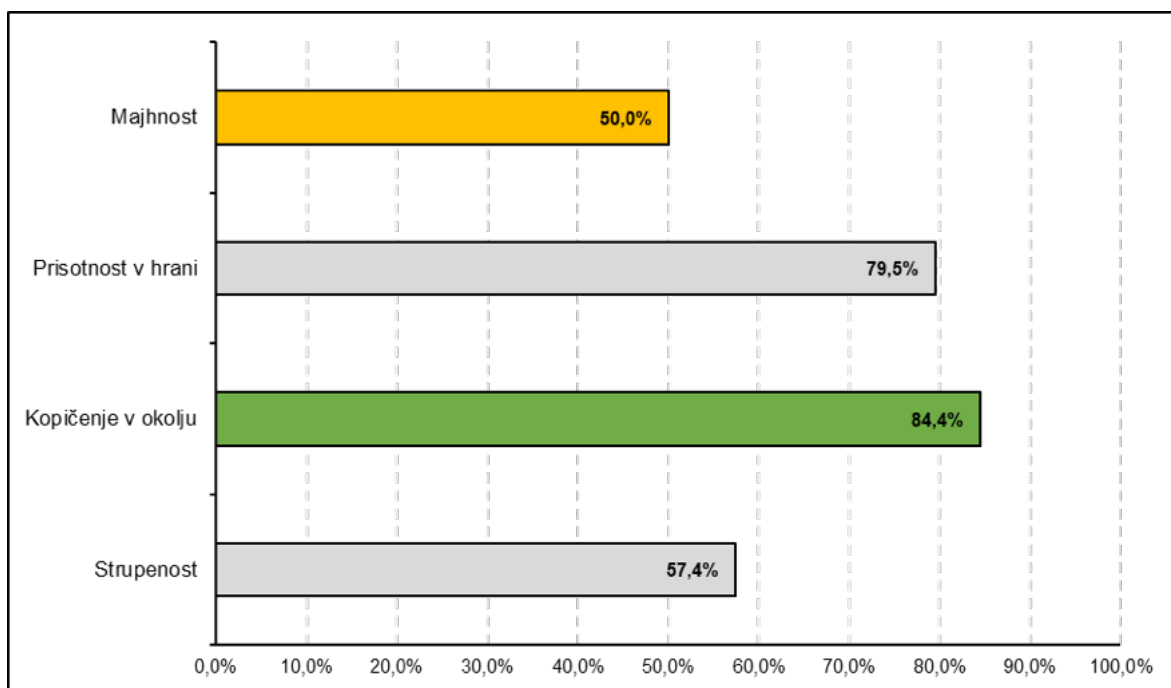
Graf 3: Prepoznavanje virov mikroplastike s strani anketirancev.



Na vprašanje povezano s (pre)poznavanjem virov mikroplastike so lahko anketiranci podali večje število odgovorov. Med ponujenimi odgovori so bili kot vir mikroplastike najpogosteje izbrani kozmetika, industrija ter odlagališča odpadkov, najmanj anketirancev pa potencialen vir mikroplastike prepozna v rekreaciji in kmetijstvu.

Tudi na vprašanje o tem, »zakaj je mikroplastika lahko problem«, so imeli anketiranci možnost podati več odgovorov. Največ, 84,4 %, jih težavo prepozna v njenem kopičenju v okolju, nekaj manj kot 80 % se jih zaveda prisotnosti mikroplastike v hrani, majhnost in strupenost pa je izpostavilo 50 % oz. 57,4 % anketirancev.

Graf 4: Vzroki, zaradi katerih anketiranci mikroplastiko prepoznajo kot problem.



Več kot tri četrtine vprašanih je mnenja, da mikroplastika predstavlja problem tudi v Sloveniji, slabih 10 % vprašanih pa je nasprotnega mnenja.

Kljub pričakovanju, da bodo rezultati (odgovori) bolj pogojeni oz. odvisni od starostne in/ ali spolne sestave anketirancev, pa temu v veliki meri ni bilo tako. Tekom analize večjih odstopanj oz. povezav med odgovori in osnovnimi demografskimi značilnostmi anketirancev nismo opazili, manjša odstopanja, ki bi ji topogledno težko opredelili in vrednotili, pa posledično nismo posebej obravnavali in izpostavili.

## 4. SKLEPI

Mikroplastika v oblačilih je še vedno eden izmed manj prepoznanih, a vse bolj perečih okoljskih problemov, saj sintetična vlakna predstavljajo pomemben prispevek k onesnaževanju z mikroplastiko. V raziskovalni nalogi smo želeli bolje razumeti, kako mikroplastika nastaja, kakšne so njene posledice za okolje in zdravje ter kako ozaveščeni so ljudje o tej problematiki. V eksperimentalnem delu smo analizirali sestavo oblačil in ugotavljali vpliv mikroplastike na vodo, hkrati pa izvedli anketo o poznavanju tega pojava. Na podlagi prebrane literature, znanstvenih in poljudnih člankov ter pridobljenih rezultatov smo preverili postavljene hipoteze in ugotovili naslednje:

**H1: Kljub vedno večji prisotnosti mikroplastike v okolju je raven poznavanja in raziskovanja mikroplastike med splošno javnostjo in v znanstveni skupnosti še vedno razmeroma nizka.**

*Hipotezo lahko delno potrdimo.* Rezultati ankete kažejo, da večina vprašanih pozna pojem mikroplastike, vendar pa niso vsi seznanjeni z njenimi viri in posledicami. To kaže na potrebo po večjem ozaveščanju in raziskovanju tega problema ter pomembnost izobraževalnih programov in medijske izpostavljenosti teme.

**H2: Prisotnost mikroplastike v sintetičnih oblačilih pomembno vpliva na postopke njihove proizvodnje, saj mikroplastična vlakna zahtevajo drugačne tehnološke pristope kot naravni materiali.**

Hipotezo lahko potrdimo. Raziskava potrjuje, da so sintetična vlakna zaradi svojih fizikalno-kemijskih lastnosti lažja, bolj trpežna in cenejša za proizvodnjo v primerjavi z naravnimi vlakni. To vpliva na proizvodne procese in usmerja tekstilno industrijo v smer večje uporabe sintetičnih materialov.

**H3: Mikroplastika, ki se sprošča iz oblačil, pomembno prispeva k onesnaževanju okolja, zlasti vodnih ekosistemov, kjer povzroča dolgotrajne negativne vplive.**

*Hipotezo lahko potrdimo.* Rezultati raziskave kažejo, da se mikroplastika iz oblačil nabira v vodnih sistemih, kjer ostaja dolgo časa in vpliva na vodne organizme. Delci mikroplastike sicer ne vplivajo neposredno na fizikalno-kemijske lastnosti vode,

temveč se v njej kopičijo, kar ima lahko dolgoročno negativne posledice za vodne organizme in celoten ekosistem.

#### **H4: Dolgotrajna izpostavljenost mikroplastiki iz oblačil lahko negativno vpliva na zdravje človeka, predvsem zaradi možnosti kopičenja delcev v telesu in potencialnih toksikoloških učinkov.**

*Hipotezo lahko potrdimo.* Raziskave kažejo, da so delci mikroplastike prisotni v prehranski verigi in človeškem telesu, kar lahko dolgoročno vpliva na zdravje. Čeprav neposredni učinki še niso v celoti raziskani, obstajajo znanstvene študije, ki nakazujejo možne negativne vplive na organizem.

Rezultati naše raziskave potrjujejo, da je tekstilna industrija eden ključnih virov onesnaževanja z mikroplastiko in da so potrebni nadaljnji ukrepi za zmanjšanje vpliva mikroplastike na okolje in zdravje. Gre za resen okoljski problem, ki zahteva tudi nadaljnje znanstveno raziskovanje. Ozaveščanje javnosti, spremembe v proizvodnih procesih ter spodbujanje trajnostne mode in recikliranja so ključni koraki k zmanjšanju negativnih posledic mikroplastike v prihodnosti.

K zmanjšanju onesnaženosti okolja z mikropalstiko lahko veliko naredimo že sami, z majhnimi spremembami naših vsakdanjih navad, kot npr.:

- kupujemo lokalno,
- izberimo kakovost pred količino,
- kupujemo znamke, ki si prizadevajo za trajnostno modo in varovanje okolja,
- izberimo oblačila, izdelana na okolju prijazen način iz ekoloških materialov oz. trajnostnih tkanin (kot so lan, konoplja, svila, ramie, organski bombaž in trajnostna volna ali reciklirane tkanine),
- preverimo, od kod prihaja oblačilo in kako je izdelano,
- nosimo vsak kos čim dlje in šele nato kupimo novega,
- oblačila, ki se jih naveličamo, podarimo tistim, ki jih potrebujejo,
- oblačila perimo na nizkih temperaturah in ne prepogosto – tako bodo oblačila dlje ostala v dobrem stanju in poraba vode bo manjša,
- oblačila posušimo na zraku namesto v sušilnem stroju,
- uporabljajmo ekološki pralni prašek, ipd. (extraordinary.si).

## 5. ZAKLJUČEK

Raziskovalna naloga je pokazala, da je mikroplastika vseprisoten in vse bolj pereč okoljski problem, pri čemer ima tekstilna industrija eno ključnih vlog pri njenem nastajanju. Sintetična vlakna, ki prevladujejo v sodobni modi, so mikroplastika, ki se sprošča iz sintetičnih tekstilnih materialov. Sintetična vlakna se med pranjem in uporabo sproščajo v okolje ter posledično onesnažujejo vodne ekosisteme in celo vstopajo v prehransko verigo.

Anketna raziskava je razkrila, da se javnost – predvsem mladi – vse bolj zavedajo obstoja mikroplastike, a še vedno ne poznajo vseh njenih virov in posledic. Ključna ugotovitev je, da je ozaveščanje o vplivu tekstilne industrije in hitre mode na okolje nujno, saj večina potrošnikov pri nakupu oblačil še vedno ne upošteva ekološkega odtisa, ki ga ta industrija pušča za seboj.

Rezultati eksperimentalnega dela so potrdili prisotnost sintetičnih vlaken v večini oblačil ter opozorili na pomembnost trajnostnih alternativ, kot so naravna vlakna, reciklirani materiali in bolj odgovorno potrošništvo. Ugotovili smo, da lahko vsak posameznik s premišljenim ravnanjem – izbiro trajnostnih oblačil, manj pogostim pranjem in pravilnim odlaganjem tekstilnih odpadkov – prispeva k zmanjšanju onesnaževanja z mikroplastiko.

Naša naloga je torej osvetlila problematiko mikroplastike v oblačilih, hkrati pa ponudila možne rešitve za bolj trajnostno ravnanje s tekstilnimi izdelki. Spmembe v proizvodnji in potrošniških navadah so nujne, če želimo zmanjšati negativne vplive na okolje in zdravje ljudi. Zato je pomembno, da že danes začnemo delovati bolj odgovorno in trajnostno – tako posamezniki kot tudi širša družba.

Da bi zmanjšali vpliv mikroplastike na okolje, je nujno spodbujati trajnostne prakse, kot so uporaba naravnih ali recikliranih materialov, odgovorno ravnanje z oblačili ter iskanje novih tehnoloških rešitev za filtracijo mikroplastike pri pranju. Prav tako je pomembno izobraževanje in ozaveščanje potrošnikov, saj lahko s premišljenimi nakupnimi odločitvami pripomorejo k zmanjšanju problema.

Pričakujemo lahko, da bo problematika mikroplastike v prihodnosti postala še bolj pereča, zato so nadaljnje raziskave, inovacije in trajnostne strategije nujne za

zmanjšanje njenega vpliva. Rešitev ne leži le v odgovornem vedenju posameznikov, temveč tudi v sistemskih spremembah.

## 6. VIRI IN LITERARURA

Bubik, Anja (2022) MicPlaProb <https://microplastics.today/materials/slovenia/>

Cuc, S., Tripa, S. (2014) *Fast fashion and second hand clothes between ecological concerns and global business.*

De Falco, F. (2019) *The contribution of washing processes of synthetic clothes to microplastic pollution.* Pridobljeno iz nature: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-43023-x>

Društvo Focus, (2023) <https://focus.si/recimo-ne-hitri-modi-in-zelenemu-zavajanju/>

International Union for Conservation of Nature annual report, IUNC (2017)

International Union for Conservation of Nature annual report, IUNC (2019)

Komisija EU 1 (2024) <https://www.europarl.europa.eu/topics/sl/article/20240111STO16722/stop-zelenemu-zavajanju-kako-eu-ureja-zelene-trditve>

Komisija EU 2 (2023) <https://www.europarl.europa.eu/topics/sl/article/20151201STO05603/krožno-gospodarstvo-definicija-pomen-in-prednosti>

Komisija EU 3 (2023) [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sl/ip\\_23\\_3635](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sl/ip_23_3635)

Kralj, Ana (2019) <https://www.caszazemljo.si/zivljenjsko/planet-placuje-ceno-nasega-apetita-po-poceni-oblacilih.html>

Kralj, Ana (2021) <https://www.caszazemljo.si/ekologija/kaksna-je-cena-le-majcke-ki-je-nikoli-niste-oblekli.html>

Kralj, Ana (2022) <https://www.caszazemljo.si/trajnostno/evropejec-zavrze-11-kilogramov-oblacil-na-letu.html>

Niinimäki, Kirsi, (2020) *The environmental price of fast fashion* Pridobljeno iz nature: <https://www.nature.com/articles/s43017-020-0039-9>

Peterman, Marjana (2019) <https://www.zps.si/nasveti-in-vodniki/bomo-postali-planet-mikro-plastika-2019-03-05>

Spletni vir: *Portal extraordinary* <https://extraordinary.si/vpliv-hitre-mode-na-okolje/>

Spletni vir: *Bussines for Social Responsibility* <https://www.bsr.org/>

Weston, Johana N. J., (2020) *New species of Eurythenes from hadal depths of the Mariana Trench, Pacific Ocean (Crustacea: Amphipoda).* <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4748.1.9> Pridobljeno iz oceanographic magazine <https://oceanographicmagazine.com/news/eurythenes-plasticus/>

Wikipedija 1 [https://sl.wikipedia.org/wiki/Plastika#Vpliv\\_na\\_okolje\\_in\\_%C4%8Dloveka](https://sl.wikipedia.org/wiki/Plastika#Vpliv_na_okolje_in_%C4%8Dloveka)

Wikipedija 2 <https://sl.wikipedia.org/wiki/Plastika>

Wikipedija 3 [https://sl.wikipedia.org/wiki/Zeleno\\_zavajanje](https://sl.wikipedia.org/wiki/Zeleno_zavajanje)

## 7. PRILOGA

### ANKETNI VPRAŠALNIK

Spoštovani. Smo učenke 8. in 9. razreda II. OŠ Celje in pripravljamo raziskovalno nalogo na temo »Mikroplastika v naših oblačilih«. Prosim vas, da si vzamete nekaj minut časa in izpolnite kratko anketo.

1. Ali ste že slišali za mikroplastiko?
  - a. Da
  - b. Ne
  
2. Kaj je mikroplastika?
  - a. Plastični delci manjši od 5 mm
  - b. Plastika za mikroskopiranje
  - c. Odpadna plastika, ki jo vržemo v koš
  
3. Kaj je lahko vir mikroplastike? *(možnih je več odgovorov)*
  - a. Oblačila
  - b. Avtomobili
  - c. Kozmetika
  - d. Rekreacija
  - e. Zdravila
  - f. Industrija
  - g. Odlagališča odpadkov
  - h. Kmetijstvo
  - i. Turizem
  
4. Zakaj mislite, da je lahko mikroplastika problem? *(možnih je več odgovorov)*
  - a. Ker je lahko strupena
  - b. Ker se kopiči v okolju
  - c. Ker se znajde v hrani
  - d. Ker je tako majhna.
  
5. Ali mislite, da je mikroplastika v Sloveniji predstavlja problem?
  - a. Da
  - b. Ne
  - c. Ne vem
  
6. Spol
  - a. Ženski
  - b. Moški
  
7. Starost
  - a. Od 7 do 13 let
  - b. Od 14 do 18 let
  - c. Nad 18 let